

## Trabajo Fin de Grado

Eficacia del simulador VICTRIX en un pelotón de  
infantería ligera y futura línea de mejora

Autor

Miguel Ángel González Palma

Director/es

Director académico: Luis Medrano Adán

Director militar: Javier Veiga Gasalla

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar  
2019



## **Agradecimientos**

Agradecer en primer lugar a todos los miembros del 2º Tercio Duque de Alba por enseñarme de primera mano cómo es una unidad de infantería y a sentir La Legión como forma de vida, con mucho más énfasis al Caballero Legionario David González por hacer que la estancia en la unidad fuese mucho más amena. A mis tutores y directores civiles y militares, a mis compañeros de promoción. Pero, sobre todo, a mi familia que con sus esfuerzos y ánimos han conseguido que esté donde estoy hoy, muchas gracias.

## **Abstract**

The evolution of technology brought an improvement of the simulators and, therefore, the rise of the acquisition by the big companies like the army. The main objective of this project is to determinate the efficacy of the VICTRIX simulator in the upgrades of the capacities of a light infantry squad. The second objective is to contrast the evolution of this simulator with the actual gaps and decree if the actualization fix them and brings new upgrades. To do this, an exhaustive studio has been made, we have looked for information in specialized people and in INDRA's manuals, trying to take advantage of the instruction and obtain the most quantity of information.

In the same way, to obtain that efficacy we did several exercises, in the real field and in the simulator. With the recompilation of the marks of those exercises and the statistics analysis of them, we tried to determinate if the simulator is worth or not to the components of the army.

The conclusion is that the simulator is worth to improve a light infantry squad. However, it is true that is better for combat shooting and beginners than for precision shooting and experienced people.



## **Resumen**

La evolución de la tecnología trajo consigo una mejora de los simuladores y, por lo tanto, el auge de estos en grandes empresas como es el ejército. La comprobación de la eficacia de uno de ellos, el simulador VICTRIX, es el objetivo principal de este proyecto. Además, se ha analizado la línea de evolución del simulador para decretar si la modernización del sistema subsana las carencias y aporta las mejoras exigidas por expertos. Para ello, se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo del simulador, tanto con consultas a personal especializado como la de manuales de INDRA, para poder sacarle el máximo partido a la instrucción y obtener la máxima información posible.

Del mismo modo, para evaluar esa eficacia, se han realizado una serie de ejercicios de fuego real y en simulador. Con la recopilación de los datos de dichos ejercicios y un análisis estadístico de los mismos, se ha determinado si el simulador es beneficioso o no para la instrucción de los componentes del Ejército de Tierra.

La conclusión general es que el simulador sí es eficaz a la hora de mejorar las habilidades de tiro de un pelotón de infantería ligera. Además, se han identificado aspectos, como el tiro de combate o la mejora de personal moderno, en los que es mas eficaz que en otros, como el tiro de precisión o la instrucción de personal antiguo.

## Lista de figuras

Figura 1. Partes modificadas del armamento. Fuente: INDRA.....	7
Figura 2. Partes del simulador VICTRIX. Fuente: INDRA.....	7
Figura 3. Ejemplo de mala agrupación, pero buena puntuación (a la izquierda) y de buena agrupación, pero mala puntuación (a la derecha). Fuente: Internet.....	9
Figura 4.. Zonas de impacto en silueta. Fuente: BRILAT .....	9
Figura 5. Análisis de regresión para las variables agrupación inicial de precisión y puntuación final de combate.....	19
Figura 6. Análisis de regresión para las variables agrupación de precisión inicial y agrupación de precisión final .....	20
Figura 7. Análisis de regresión para las variables Diferencia de puntuación y antigüedad. ....	21
Figura 8. Análisis de regresión para las variables Diferencia de impactos y antigüedad. ....	21
Figura 9. Análisis de regresión para las variables Impactos iniciales e Impactos finales. ....	22
Figura 10. Resultados encuesta. Frecuencias absolutas.....	23

## Lista de tablas

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para la diferencia porcentual de resultados en precisión y combate .....	13
Tabla 2. Contrastes de igualdad de medias entre grupos de trabajo y control. ....	14
Tabla 3. Contraste de igualdad de medias para las diferencias de marcas obtenidas en el ejercicio inicial y final.....	14
Tabla 4. Intervalos de confianza de la diferencia de puntos para el grupo de trabajo....	15
Tabla 5. Intervalos de confianza de la diferencia de puntos para el grupo de control....	16
Tabla 6. Coeficientes de correlación para el grupo de trabajo .....	18
Tabla 7. Resultados de la pregunta 8. ....	24
Tabla 8. Diferencia de resultados entre la opción c) y d) en la pregunta 8.....	24
Tabla 9. Resultados de la pregunta 16. ....	24
Tabla 10. Resultados de la pregunta 25. ....	25
Tabla 11. Diferencia de resultados entre la opción a) y b) en la pregunta 25.....	25

## **Lista de abreviaturas**

BRILAT --- Brigada Ligera Aero Transportable

CEFOT--- Centro de Formación de Tropa

DIDOM --- Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales

MADOC --- Mando de Adiestramiento y Doctrina

MAPO --- Mando y apoyo

PCMAYMA --- Parque y Centro de Mantenimiento de Armamento y Material de Artillería

TTS --- Text to Speech (conversor texto-voz)

UAV---- Unmanned Aerial Vehicle (Vehículo Aéreo No Tripulado)



# Índice

1.INTRODUCCIÓN .....	1
1.1Objetivos.....	1
1.2Metodología.....	2
2.CONTEXTO.....	3
2.1 Encuadramiento.....	3
2.2 Estado del arte.....	3
2.3 Limitaciones .....	5
3.SIMULADOR VICTRIX Y EJERCICIOS DE TIRO .....	6
3.1 Ejercicios de tiro.....	7
3.2 Criterios de evaluación en los ejercicios. ....	8
4. ENTREVISTAS .....	10
5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	12
5.1 Estadísticos descriptivos .....	12
5.2 Contrastes de igualdad de medias .....	13
5.3 Intervalos de confianza de la media.....	15
5.4 Análisis de correlación.....	16
5.5 Análisis de regresión.....	18
6. ENCUESTAS.....	23
7. LÍNEA FUTURA DE MEJORA.....	27
8. CONCLUSIONES.....	29



# 1.INTRODUCCIÓN

El presente documento culmina el Trabajo Fin de Grado del Grado de Ingeniería de Organización Industrial, impartida por el Centro Universitario de la Defensa adjunto a la Universidad de Zaragoza, sito en la Academia General Militar.

Tal y como dice el Teniente Coronel Manuel Maciá García:

“Actualmente no hay ninguna forma fácil, flexible y de bajo coste para apoyar la instrucción de nuestras unidades en el campo. Por ello debemos emplear la simulación todo lo que sea posible, teniendo en cuenta que su empleo incrementa los niveles de efectividad y eficiencia de los mandos que se adiestran, ya que aumenta el realismo, y se reduce la carga de trabajo, los costes por no necesitarse tantos recursos como en un ejercicio real y el tiempo de preparación, al conseguir una instrucción conjunta de todos los elementos de la maniobra, incluso de aquellos que en un ejercicio real son difíciles de adiestrar de forma real (logística o sanidad por ejemplo)”(Maciá García, 2013)

Hoy en día son necesarios medios alternativos de instrucción, medios simulados, debido al menor coste que suponen y la seguridad que proporcionan. Existen múltiples diferencias entre ejercicios reales y simulados, pero se desconoce su efectividad. En este trabajo se evaluará la eficacia de uno de ellos, el simulador VICTRIX.

## 1.1Objetivos

Debido a motivos de diversa índole, los ejercicios de tiro en las unidades de Ceuta son escasos y muy irregulares. Según las actividades que se tengan que realizar, en el Tercio Duque de Alba, por cada compañía, se suelen hacer de media cuatro ejercicios de tiro al mes o incluso menos. Por ello, el papel del simulador de tiro VICTRIX puede ser importante para mejorar la instrucción y precisión de tiro de los legionarios. Es en este Tercio, en la IV Bandera y, más concretamente, en la primera compañía donde se ha realizado el trabajo.

El principal objetivo consiste en medir hasta qué punto el simulador mejora la capacidad de tiro de los militares. El objetivo secundario es analizar la actualización iVictrix, para contrastarla con las deficiencias que hoy en día ven los expertos en el simulador y comprobar si cumple con las exigencias requeridas. Lo que se pretende, en última estancia, es ayudar a los mandos a la hora de decidir cuándo utilizar este simulador, cuántas sesiones han de realizar para mejorar y, sobre todo, en qué aspectos es más eficaz el simulador. El proyecto no se centra en mejorar la instrucción de un pelotón de infantería ligera, sino en ver cuánto es capaz de mejorar un legionario en un ejercicio determinado utilizando este simulador.

## 1.2 Metodología

La investigación se enfocó de tal forma que permitiese conocer la eficacia del simulador de forma objetiva y no sesgada. Para llevarlo a cabo, se tomó una muestra de un total de quince personas (debido a las limitaciones de personal que se comentarán en el apartado 2.3) pertenecientes al 2º Tercio.

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron tanto herramientas cualitativas como cuantitativas. En primer lugar, como herramientas cualitativas se llevó a cabo un estudio del estado del arte para recopilar información sobre el simulador de tiro y destacar las principales carencias, el método de observación fue aplicado a la unidad para conocerla más en profundidad y, por último, se realizaron entrevistas y encuestas a personal experto en el VICTRIX, así como a diversos mandos y componentes de la Bandera. Por otro lado, en cuanto a las herramientas cuantitativas, se llevó a cabo un análisis estadístico de los datos obtenidos durante los ejercicios de tiro, tanto reales como en el simulador. Entre las herramientas empleadas se encuentran el análisis de estadísticos descriptivos, intervalos de confianza, análisis de correlación y de regresión, contraste de igualdad de medias y, para las encuestas, contrastes de bondad ajuste.

Se consultaron manuales de tiro para confeccionar los ejercicios a realizar, estos ejercicios se llevaron a cabo con una muestra heterogénea de legionarios para ver la mejora tanto de los nuevos como de los antiguos. Las bases de datos de la unidad fueron examinadas para analizar los tipos de ejercicios y la cadencia con la que se han realizado.

Para terminar, se contrastó la información obtenida en encuestas y entrevistas a expertos con las nuevas características de la actualización. Todo ello para comprobar si esta se adapta a las necesidades actuales.



## 2.CONTEXTO

### 2.1 Encuadramiento

La comandancia general de Ceuta es el órgano responsable de la defensa militar de la ciudad autónoma y del territorio situado dentro de su zona de responsabilidad. Asimismo, se encarga de colaborar con autoridades civiles en caso de grandes riesgos o calamidades. Su cuartel general se estructura en el Estado Mayor, Asesoría Jurídica, Sección de Asuntos Económicos y la Oficina de Comunicación Pública. En cuanto a las unidades que dependen de la comandancia se encuentran el Grupo de Regulares nº 54, el Tercio “Duque de Alba” 2º de La Legión, el Regimiento de Caballería “Montesa 3”, Regimiento de Artillería Mixto nº30, Regimiento de Ingenieros nº7, Unidad Logística nº23 y el Batallón de Cuartel General.

La IV Bandera<sup>1</sup> del Tercio Duque de Alba, 2º de la Legión, se encuentra situada en Ceuta (Cuna de La Legión) donde el Teniente Coronel D. José Millán Astray y Terreros recibió al primer recluta. Depende del General Luis Cebrián Carbonell al mando de la Comandancia de Ceuta. El jefe actual del 2º Tercio es el Coronel Francisco Javier Bartolomé García y el de la Bandera el Teniente Coronel Luis Carmona López. Antiguamente, el 2º Tercio contaba con tres Banderas, la IV, la V y la VI, pero con el paso de los años y a día de hoy, solo cuenta con la IV Bandera. Esta fue creada en 1921 y ha sido involucrada en diversas campañas como la de Marruecos, la Guerra Civil Española o Ifni-Sahara entre otras. Cuenta con numerosas medallas, tanto individuales como colectivas, pero, sobre cualquier otra, destaca la Laureada de San Fernando por sus acciones durante la Guerra Civil (1936-1939)<sup>2</sup> y otra por los combates en la Ciudad Universitaria.<sup>3</sup>

La IV Bandera cuenta con cinco compañías, la primera “La Muerte” donde se llevó a cabo este trabajo, la segunda “La referencia”, la tercera “La Laureada”, la cuarta “compañía de servicios” y la quinta “MAPO”.

### 2.2 Estado del arte

El avance y el aumento de las inversiones en España hace que, actualmente, este país cuente con un gran número de simuladores de todo tipo y en los tres ejércitos. En este estado del arte se hace un análisis de la información acerca de los mismos a día de hoy y una conclusión de lo más característico de todos los consultados.

---

<sup>1</sup> Es el nombre que se emplea para denominar a los batallones en las unidades de La Legión.

<sup>2</sup> Concretamente durante la toma de Badajoz.

<sup>3</sup> Por sus destacadas acciones realizadas desde el 15 de noviembre de 1936 al 10 de mayo de 1937 en la “defensa de la ciudad universitaria”, Madrid.

En 2016, el Comandante Francisco González Núñez en su artículo para Armas y Cuerpos “*Más “Military Simulation” en tiempo de Paz, menos sangre en tiempo de Guerra*”, defendía la utilidad de los simuladores amparándose en que te dan una “próxima vez”(González Núñez, 2016). En este artículo hace referencia a tres simuladores que se encuentran en la Academia General Militar, el NOPTel, VICTRIX y las réplicas de airsoft. En cuanto al simulador relevante para este trabajo, el VICTRIX, destaca la ausencia de limitaciones para realizar disparos y la seguridad que aporta. Enfatiza la gran eficacia que tiene, tanto para tiro de precisión como para tiro de combate. En cuanto a las carencias, subraya la incapacidad del sistema para controlar la maniobra de un pelotón, así como el no poder reproducir los efectos del terreno o meteorológicos más allá de lo observado en la pantalla. En definitiva, promueve el uso del simulador.

Por otro lado, el Teniente Coronel de infantería Manuel Maciá García en su artículo de la revista Ejército “*Simulación Constructiva, funcionamiento*”, acentúa la importancia de los simuladores por no requerir la cantidad de recursos necesarios para un ejercicio real y por la seguridad que aportan. En cuanto a carencias, la escasa interoperabilidad de los sistemas es la principal, según el autor. Aun así, una de sus destacadas conclusiones es que “la simulación debe ser vista por los mandos de mayor nivel como algo de primera importancia y necesidad, ya no solo por los beneficios en el adiestramiento que reporta, sino por los mínimos gastos que ocasiona”(Maciá García, 2013).

En 2012, el Contralmirante Jesús Manrique Braojos, Subdirector General de Tecnología e Innovación de la Dirección General de Armamento, en su artículo “*La simulación como herramienta en tiempos de recortes*” para la Revista Española de Defensa, habla de la gran diversidad de simuladores con los que cuenta el ejército, “desde sistemas básicos para instrucción de tiro de fusileros a simuladores para grandes unidades”(Manrique Braojos, 2012). Destaca que el simulador VICTRIX supera las capacidades que ofrece una galería de tiro normal, ya que éste puede representar múltiples escenarios con fuerzas enemigas y propias.

“*Los simuladores. Un medio de apoyo eficiente a la instrucción, en permanente evolución*” es el título del escrito realizado por el Coronel de infantería Alejandro Escámez Fernández en 2014. En éste defiende la idea de que los simuladores no reemplazan a los métodos tradicionales, sino que los complementan. Entre las ventajas que ofrecen remarca el bajo coste económico a largo plazo, bajo impacto medioambiental, gran seguridad que aportan, capacidad de empleo a cualquier hora y con cualquier climatología, capacidad de análisis y juicio crítico posterior, etc. Se habla también de la capacidad de compensar una de las carencias que tiene, el no tener desgaste físico como en un ejercicio real. Asimismo, abarca el tema del futuro de los simuladores en España, defendiendo que evolucionarán al compás de la tecnología y que cada vez serán más eficaces.

En conclusión, se podría afirmar que la mayoría de los estudios realizados a día de hoy avalan el ahorro, la seguridad, y la gran cantidad de alternativas que pueden ofrecer los simuladores. Por otro lado, tienen carencias y nunca serán completamente igual que un ejercicio real, pero, gracias a las mejoras y a las actualizaciones, la diferencia es cada vez menor.

## 2.3 Limitaciones

Durante la estancia en la unidad y el desarrollo del proyecto han surgido limitaciones que han tenido que ser subsanadas o en su defecto reducidas. Estas son las principales:

*-Personal.* En un primer momento se propuso hacer el ejercicio de tiro con treinta personas, para que el grupo de trabajo y el de control contaran con quince personas cada uno. Debido a la necesidad de este personal para la realización de otras tareas y para la preparación del desfile del doce de octubre<sup>4</sup>, solo se pudo realizar el ejercicio de tiro con quince personas, estando el grupo de trabajo compuesto por ocho personas y el de control por siete. Esta limitación afecta en gran medida al trabajo ya que, con una muestra tan pequeña, tanto para los ejercicios de tiro como para las encuestas, la mayoría de los resultados no son significativos.

*-Tiempo en el simulador.* El simulador VICTRIX de Ceuta es compartido por toda la comandancia, por lo que no se puede disponer de él en cualquier momento. El simulador tiene una serie de horarios para todas las unidades que componen la comandancia y, por lo tanto, solo se puede acudir en la franja horaria que se tenga asignada. Por ello, las sesiones de simulador se redujeron a diez.

*-Tiempo en la unidad.* Esta es quizás la más importante de todas las limitaciones, ya que si se hubiese podido contar con más tiempo en la unidad (de prácticas), las otras dos trabas habrían desaparecido. Al contar con más tiempo, se podría haber dispuesto de más personal y, obviamente, el número de sesiones en simulador sería mucho mayor. Además, aparte del doce de octubre, la estancia en la unidad coincidió con el veinte de septiembre<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> El 12 de octubre, día de la hispanidad, le toca desfilar al 2º Tercio este año 2019.

<sup>5</sup> El 20 de septiembre se celebra el aniversario de fundación de La Legión.

### 3.SIMULADOR VICTRIX Y EJERCICIOS DE TIRO

Según la Real Academia Española, se entiende por simulador aquel “aparato que reproduce el comportamiento de un sistema en determinadas condiciones, aplicado generalmente para el entrenamiento de quienes deben manejar dicho sistema”. El VICTRIX es un simulador en vivo<sup>6</sup> desarrollado por la empresa INDRA. Este simulador es utilizado sobre todo por el Ejército de Tierra, aunque también han sido suministrados al Cuerpo Nacional de Policía, Organización de Naciones Unidas o la Policía Local de Valladolid entre otros. Es capaz de reproducir virtualmente un campo o galería de tiro en los cuales se pueden configurar diversos parámetros como la distancia de disparo, el tamaño del objetivo, la iluminación, etc.

El simulador es utilizado en las unidades para mejorar la instrucción de tiro de la tropa, suboficiales y oficiales. El instructor al mando del simulador puede programarlo, para realizar únicamente ejercicios de tiro y obtener los resultados, o para realizar ejercicios tácticos individuales o en grupo. En estos últimos pueden encontrarse con enemigo a pie o en vehículos, los cuales están almacenados en una base de datos de la que dispone. Asimismo, se pueden pedir apoyos aéreos, de artillería, Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), etc. En cuanto a las principales características del sistema se encuentra la tecnología Text to Speech (TTS) con la capacidad de programar un mensaje de voz, la posibilidad de crear nuevos objetivos, un dispositivo de fuego hostil denominado Gladius (manejado por el instructor), sonido envolvente para aparentar una sensación real al realizar los ejercicios, y un sistema de grabación del alumno para corregir fallos no detectados en la primera vista.

Una de las grandes ventajas de este simulador es que las armas que utiliza son reales, con una pequeña modificación reversible en el cierre, el cargador y la bocacha (Figura 1). Puede utilizarse con una amplia variedad de armas, desde la pistola hasta ametralladoras y, al funcionar con aire comprimido, tiene la capacidad de reproducir el retroceso del arma sin tener que estar conectado a un dispositivo externo. La reproducción de la trayectoria es muy semejante a la trayectoria real, pues utiliza un modelo balístico que tiene en cuenta el viento, la distancia, la orografía y el calibre.

El simulador cuenta con los siguientes componentes, representados en la Figura 2:

1. Arma real modificada
2. Sistema de detección de disparos
3. Proyector de última generación
4. Audio
5. Pantalla de proyección

---

<sup>6</sup> Un simulador en vivo es aquel en el que personas reales operan sistemas reales.

6. Ordenador con joystick
7. Sistema de recarga de CO2

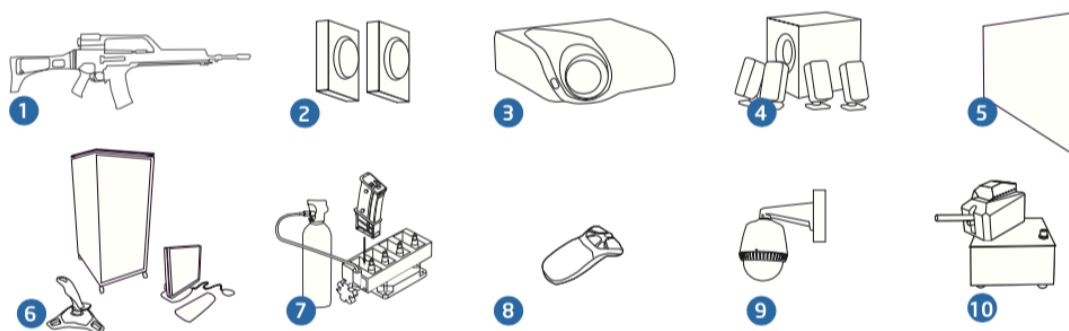
También cuenta con componentes opcionales:

8. Ratón 3D
9. Sistema de grabación
10. Gladius



*Figura 1. Partes modificadas del armamento. Fuente: INDRA*

En cuanto al simulador de tiro de Ceuta, cuenta con los tres elementos adicionales, si bien es cierto que el sistema gladius lo tienen actualmente inoperativo.



*Figura 2. Partes del simulador VICTRIX. Fuente: INDRA*

En resumen, el VICTRIX tiene bastantes beneficios. Primeramente y el más importante, la seguridad (al no utilizar munición), una reducción de costes considerables (al no tener que realizar desplazamientos al campo de tiro), no gastar munición, no desgastar los fusiles reales, etc. Además, el sistema es muy fácil de utilizar y puede ser modificado sin conocimientos avanzados en el simulador.

### 3.1 Ejercicios de tiro

- Ejercicio de tiro real y evaluación del nivel inicial

En un primer momento, se llevó a cabo un ejercicio de tiro real con un total de quince personas, debido a la escasez del personal que se comentó en el apartado 2.3. Este ejercicio tenía como finalidad marcar un nivel base para compararlo con el final al acabar los ejercicios. Esta prueba se llevó a cabo el día veintisiete de septiembre del presente año.

- Selección del grupo de trabajo y grupo de control

El trabajo se basa en la aplicación de sesiones de simulador a un grupo de la muestra para ver cómo cambian sus puntuaciones respecto al resto. Para crear

ambos grupos y que no hubiese diferencias significativas en su media de calificaciones y agrupaciones, se llevó a cabo un estudio de ambas marcas. Así se crearon dos grupos similares en cuanto a esas variables, el grupo de trabajo (grupo al que se le aplicaron las sesiones de simulador) formado por ocho componentes y el grupo de control por siete.

- Programa de ejercicios con el simulador

El simulador de tiro de la comandancia de Ceuta tenía capacidad para realizar ejercicios con diez personas al mismo tiempo, pero debido a la incapacidad de mantenimiento de los diez fusiles y sus respectivos cargadores, se llevaron a cabo dos líneas de tiro con cuatro componentes cada una. Dichas sesiones contaban con una primera parte teórica de corrección de posiciones y una segunda parte práctica en la que se realizaban los ejercicios de tiro. Estaban enfocadas a mejorar los ejercicios de precisión y de combate para el grupo de trabajo y están incluidas en el Anexo 3. Estos son los elementos clave de aprendizaje en los que se hizo más énfasis:

- Posición
- Empuñe del arma
- Respiración
- Velocidad de reacción
- Disparo (que el tiro nos sorprenda)

Las sesiones comenzaron el día uno de octubre y finalizaron el día ocho de octubre.

- Ejercicio de tiro real y evaluación del nivel final

Finalmente, el mismo ocho de octubre se realizó el ejercicio final de tiro, sirviendo la última sesión de simulador como “calentamiento” para el grupo de trabajo. Para ello, se convocó al grupo inicial de quince componentes y se efectuó el mismo ejercicio que al principio, ocupando las mismas posiciones y a la misma hora del día. Afortunadamente, las condiciones meteorológicas también fueron muy parecidas al primer ejercicio; por lo que solo podían afectar al tiro ciertas variables aleatorias y no controlables.

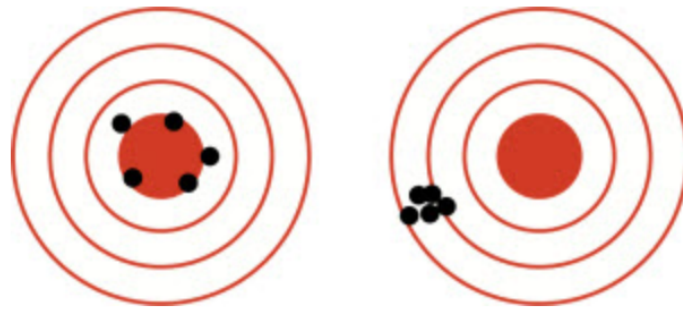
### 3.2 Criterios de evaluación en los ejercicios.

Para evaluar las marcas, se han tenido en cuenta diversos parámetros en función del tipo de ejercicio. En cuanto a los ejercicios de precisión, al no tener límite de tiempo y tirar sin ningún tipo de equipo, se tiene en cuenta la puntuación y la agrupación de los impactos. Al utilizarse para estos ejercicios el blanco de puntuación, con una simple suma, se consiguieron los resultados totales. En cuanto a la agrupación, se utilizó el

formato estandarizado de agrupaciones usado en el ejército, con agrupaciones alpha, bravo y charlie. Para la asignarle un valor cuantitativo se utilizó la siguiente fórmula:

$$P = 3x (n^{\circ} A) + 2x (n^{\circ} B) + n^{\circ} C$$

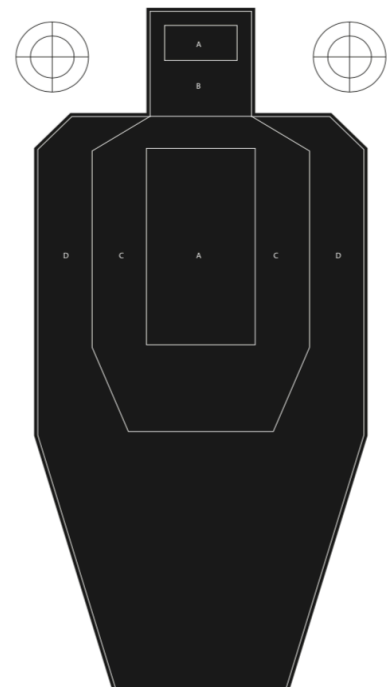
Siendo A, B y C el número de impactos dentro de esa agrupación. Por ejemplo, en un ejercicio de 5 disparos con una agrupación de 2A, 2B y 1C tendría una puntuación de 11 puntos ( $3 \times 2 + 2 \times 2 + 1$ ).



*Figura 3. Ejemplo de mala agrupación, pero buena puntuación (a la izquierda) y de buena agrupación, pero mala puntuación (a la derecha). Fuente: Internet*

Hay que destacar, tal y como muestra la Figura 3, que un tirador puede tener muy buena agrupación y una mala puntuación. Esto se debe a que son dos variables totalmente distintas, la puntuación no es más que la zona en la que impacta la bala mientras que la agrupación es como de concentrados están los disparos. Por ello, un tirador puede tener muy buena agrupación, pero impactar en la zona de poco valor. Por lo que podría tener de agrupación 5 A equivalente a 15 puntos, pero en puntuación tan solo 5 puntos.

Para los ejercicios de tiro de combate, tan solo se tuvo en cuenta las puntuaciones y el número de impactos, debido a que tenían que ejecutarse de una forma rápida por la restricción temporal (20 segundos) y desencarando el fusil en cada disparo. Para las puntuaciones se utilizó la silueta de la Figura 4, siendo la zona A de la cabeza valorada con un 10, la zona A del pecho con un 8, la zona B con un 7, la zona C con un 4 y por último la zona D con un 2.



*Figura 4.. Zonas de impacto en silueta. Fuente: BRILAT*

#### 4. ENTREVISTAS

Para obtener más información sobre el simulador y conocer en profundidad la opinión que tienen los militares, se han realizado varias entrevistas. Éstas se han ido realizando en numerosos días, no se llevó a cabo un calendario para llevarlas a cabo, simplemente fueron hechas en los momentos en los que se pudo entrevistar al personal. Han sido entrevistados todas las escalas, tropa, suboficiales y oficiales. La entrevista constaba principalmente de seis preguntas (Anexo 1), pero al ser abiertas y tipo conversación informal, se aceptó la continuidad para recopilar la máxima información posible. Fueron entrevistadas un total de 15 personas (4 oficiales, 7 suboficiales y 4 legionarios) de la bandera y 3 suboficiales expertos en el simulador. Para la protección de datos de los entrevistados solo se solicitó el empleo y la antigüedad en el ejército, disponible en Anexo 1.

La opinión general del personal no experto no es muy positiva, aunque en palabras de un sargento “siempre que se pueda realizar instrucción, sea donde sea, está bien”. Todos estaban de acuerdo en las carencias que el VICTRIX presenta que se podrían resumir en las siguientes:

- Poco espacio para realizar los ejercicios, sobre todo los tácticos
- No simula condiciones reales
- Poca precisión de fusiles
- Ejercicios tácticos muy cortos (2 minutos aproximadamente)
- Poca información acerca del simulador

Por otro lado, en el lado positivo, la mayoría coinciden en que es más útil en tiro instintivo y de combate. Además, es muy provechoso para mejorar las posiciones de tiro de una forma segura, sobre todo para los recién salidos del Centro de Formación de Tropa (CEFOT); tal y como dijo un sargento primero “es muy útil para los quintos <sup>7</sup>”.

En cuanto a los expertos con curso del VICTRIX realizado en León, dos cabos y un cabo primero que utilizan el simulador todos los días, se quejan principalmente de que el simulador es mejorable en cuanto a espacio y a tiempo (duración de los ejercicios tácticos), otra queja relevante es la poca continuidad que le dan al simulador, siendo los ejercicios muy irregulares en el tiempo. Coinciden en que el material es bastante delicado y, aunque cuentan con un total de diez fusiles adaptados, comentan que es imposible hacer un ejercicio con los diez fusiles a la vez, no por el software, sino por la incapacidad del mantenimiento de todo el material. También argumentan que es más económico que realizar ejercicios de tiro real a largo plazo ya que, aunque el simulador cuesta aproximadamente 300.000 euros, una vez instalado, el único coste que tiene es el material fungible que utiliza, como las pilas o la luz.

---

<sup>7</sup> Tropa de reciente incorporación al ejército.



Entrando en cuestiones más técnicas, piden la gestión global de todas las plataformas, para, en palabras del cabo primero, “desde un solo sitio tener controlados todos los simuladores” y no la gestión individual de cada uno. Por último, la incorporación de vehículos simulados, la mejora de las amenazas, el realismo del retroceso y del sonido del fusil y la interoperabilidad del simulador con otros ejércitos que dispongan de él, son otras posibles mejoras destacadas de los expertos, aunque no tan relevantes.

Como conclusión, podemos destacar que el simulador tiene carencias. Algunas inevitables como el espacio (ya que sería complicado disponer de instalaciones más grandes) o las condiciones meteorológicas (debido a que no se pueden simular en el interior de la sala); otras evitables como la calibración de los fusiles o el aumento del retroceso y sonido del fusil. Pero no hay carencias importantes en cuanto al software. También se pide más información e impartición de cursos a los mandos debido a que en los últimos seis años, tan solo se han impartido dos formaciones. En cuanto a las ventajas, el aspecto económico y la seguridad son las principales que acentúan.

## 5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A continuación, se realiza un análisis estadístico de los datos obtenidos en los ejercicios de tiro real. Todas las tablas y figuras que aparecen en esta sección (y la siguiente) son de elaboración propia. Seguidamente se muestran las diferentes variables utilizadas y sus abreviaturas:

AgruPre0 --- Agrupación obtenida en el ejercicio de precisión inicial  
PunPre0 --- Puntuación obtenida en el ejercicio de precisión inicial  
AgruPre1 --- Agrupación obtenida en el ejercicio de precisión final  
PunPre1 --- Puntuación obtenida en el ejercicio de precisión final  
DifAgruPre --- Diferencia de agrupación entre el ejercicio de precisión inicial y final  
DifPunPre --- Diferencia de puntuación entre el ejercicio de precisión inicial y final  
DifPorcAgruPre --- Diferencia en tanto por ciento de agrupación entre el ejercicio de precisión inicial y final  
DifPorcPunPre --- Diferencia en tanto por ciento de puntuación entre el ejercicio de precisión inicial y final  
ImpacCom0 --- Impactos obtenidos en el ejercicio de combate inicial  
PunCom0 --- Puntuación obtenida en el ejercicio de combate inicial  
ImpacCom1 --- Impactos obtenidos en el ejercicio de combate final  
PunCom1 --- Puntuación obtenida en el ejercicio de combate final  
DifImpacCom --- Diferencia de impactos entre el ejercicio de combate inicial y final  
DifPunCom --- Diferencia de puntuación entre el ejercicio de combate inicial y final  
DifPorcImpacCom --- Diferencia en tanto por ciento de impactos entre el ejercicio de combate inicial y final  
DifPorcPunCom --- Diferencia en tanto por ciento de puntuación entre el ejercicio de combate inicial y final

### 5.1 Estadísticos descriptivos

A partir de los datos de tiro obtenidos en los ejercicios de fuego inicial y final, se ha obtenido el “porcentaje de mejora”, definido como la diferencia de las puntuaciones dividida por la puntuación inicial. La Tabla 1 muestra estadísticos descriptivos de estos porcentajes de mejora. Las medias sugieren una disparidad entre los que acudieron a las sesiones de simulador, grupo de trabajo, y los que no, grupo de control. Asimismo, los resultados del grupo de trabajo nos sugieren que este grupo obtiene una mejora en la agrupación de precisión y en los impactos de combate “grande<sup>8</sup>”, y mucho mayor que en el resto de las variables (puntuación de precisión y combate). Por otro lado, podemos afirmar que el grupo de control no mejora en nada (es posible que incluso empeore en

---

<sup>8</sup> Más adelante se emplearán diversas herramientas para contrastar si estas mejoras son estadísticamente significativas y para estimar mejor su valor (mediante intervalos de confianza).

alguna variable), ya que la media de todas las diferencias de puntuación es negativa<sup>9</sup>. En resumen, estos sencillos estadísticos ya muestran que ambos grupos tienen comportamientos diferentes (uno es seguro que no mejora y el otro parece que sí) y que el simulador tiene distintos efectos según el tipo de ejercicio que se lleve a cabo, siendo mucho más efectivo en unos que en otros.

*Tabla 1. Estadísticos descriptivos para la diferencia porcentual de resultados en precisión y combate*

		DifPorcAgrupPrec	DifPorcPunPre	DifPorcImpacCom	DifPorcPunCom
Grupo Trabajo	Media	18,674%	1,831%	17,962%	4,602%
	Sigma	0,134	0,054	0,145	0,079
Grupo Control	Media	-9,948%	-0,826%	-2,123%	-0,684%
	Sigma	0,132	0,120	0,163	0,051
Todos	Media	5,317%	0,591%	8,589%	2,136%
	Sigma	0,196	0,088	0,181	0,071

## 5.2 Contrastes de igualdad de medias

Estos contrastes permiten analizar si hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos de trabajo y control. Como es habitual, hemos realizado los contrastes para los valores del nivel de confianza 95% ( $\alpha=0.05$ ), 90% ( $\alpha=0.10$ ) y 99% ( $\alpha=0.01$ ) donde  $\alpha$  denota el nivel de significación del contraste. Previamente a la realización de los contrastes se comprobó, mediante el contraste de Jarque-Vera, que la distribución de las puntuaciones, impactos y agrupaciones y sus diferencias seguían una distribución aproximadamente normal. Aunque se realizaron contrastes de igualdad de medias, entre los grupos de trabajo y control, para 17 variables, aquí solamente comentaremos los resultados más relevantes.

En primer lugar, comprobaremos que los grupos de estudio y control se configuraron adecuadamente, de forma que sus componentes tuvieran unas habilidades de tiro similares. Para ello, contrastamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) de que las medias de las puntuaciones de ambos grupos en los ejercicios iniciales de tiro con fuego real son iguales. Tal y como se observa en la Tabla 2, no se rechaza la hipótesis nula de que las medias sean iguales en ningún caso; por lo tanto, ambos grupos partían desde el mismo nivel medio. Dicho de otro modo, no había diferencias significativas entre ambos grupos, ni en la antigüedad media en el ET de sus componentes, ni en las puntuaciones medias en las distintas modalidades de tiro.

<sup>9</sup> Por tanto, es seguro que NO se rechazará la hipótesis nula de que la diferencia de puntuación es nula frente a la alternativa de que es (estrictamente) mayor que cero.

Tabla 2. Contrastes de igualdad de medias entre grupos de trabajo y control.

	Antigüedad	AgruPre.0	PunPre.0	ImpacCom0	PunCom0
Est. Contraste	0,017	0,108	0,967	0,052	0,588
Valor critico (0,05)	2,160	2,160	2,160	2,160	2,160
Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo
Valor critico (0,01)	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012
Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo
Valor critico (0,1)	1,771	1,771	1,771	1,771	1,771
Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo

Notas: El n° entre paréntesis, junto al Valor Crítico del contraste, denota el nivel de significación  $\alpha$ .

En segundo lugar, se contrastó la hipótesis nula ( $H_0$ ) de que las medias de las diferencias de puntuación (entre los ejercicios de tiro con fuego real inicial y final) de ambos grupos son iguales. Los resultados de estos contrastes, Tabla 3, demuestran que hay una diferencia significativa, entre ambos grupos, en la agrupación en los ejercicios de precisión y en los impactos en los de combate, ya que se rechaza la hipótesis nula para los tres niveles de significación. Con un nivel de confianza del 90%, se podría afirmar también que las diferencias entre las medias de ambos grupos en la puntuación del ejercicio de combate son significativamente diferentes, pero al aumentar el nivel de confianza no se rechaza la hipótesis nula.

Para entender mejor estos resultados consideremos, por ejemplo, la agrupación en el ejercicio de tiro de precisión; las medias de las diferencias de puntuación entre las sesiones de tiro final e inicial son de 5.75 y -3.57 para los grupos de trabajo y control, respectivamente. La diferencia entre ambos valores es  $5.75 - (-3.57) = 9.32 > 0$ . El estadístico del contraste de la hipótesis nula de que ambas medias son iguales vale 4.931 (primer valor de la tabla 3), y es mayor que los tres valores críticos, por lo que rechazamos la hipótesis nula para los tres niveles de significación. Esto significa que las medias de las diferencias de agrupación, 5.75 y -3.57, son significativamente distintas; y, puesto que la primera es positiva y la segunda negativa, podemos concluir que el grupo de trabajo ha mejorado comparativamente respecto al grupo de control.

En la puntuación del tiro de precisión no hay una diferencia significativa entre grupos. Esto puede deberse a que la muestra es muy pequeña, a que el simulador no sea tan efectivo para mejorar este aspecto del tiro, o a una combinación de ambas.

Tabla 3. Contraste de igualdad de medias para las diferencias de marcas obtenidas en el ejercicio inicial y final.

	Precisión		Combate	
	DifAgruPre	DifPunPre	DifImpacCom	DifPunCom
Est. Contraste	4,931	0,748	3,341	1,995
Valor critico (0,05)	2,160	2,160	2,160	2,160
Rdo test	Rechazo $H_0$	No Rechazo	Rechazo $H_0$	No Rechazo
Valor critico (0,01)	3,012	3,012	3,012	3,012
Rdo test	Rechazo $H_0$	No Rechazo	Rechazo $H_0$	No Rechazo
Valor critico (0,1)	1,771	1,771	1,771	1,771
Rdo test	Rechazo $H_0$	No Rechazo	Rechazo $H_0$	Rechazo $H_0$

En resumen, estos contrastes nos permiten afirmar que los grupos eran homogéneos en cuanto a su composición inicial y que, tras la instrucción en el simulador realizada por el grupo de trabajo, hay diferencias significativas (y positivas), a favor de este grupo, en la agrupación (en los ejercicios de precisión) y en los impactos (en los ejercicios de combate). Por consiguiente, podemos afirmar que el uso del simulador genera una mejora significativa de las habilidades de tiro.

### 5.3 Intervalos de confianza de la media

El intervalo de confianza (IC), caracterizado por dos valores (límites superior e inferior), establece un rango dentro del cual se va a localizar el valor del parámetro poblacional de interés con una determinada probabilidad y con un nivel de confianza (habitualmente, 90%, 95% y 99%).

A continuación, se analizan los intervalos de confianza, para cada uno de los dos grupos, de la diferencia de agrupación y de precisión entre el ejercicio inicial y el final. Si el IC toma únicamente valores positivos (o negativos) podemos afirmar que ha habido una mejora (o empeoramiento) significativa, ya que los valores en la sesión de tiro final son significativamente mayores (o menores) que en la inicial. Si el IC incluye valores positivos y negativos, es decir, incluye el valor 0, entonces no podemos afirmar que haya habido una diferencia significativa, ni positiva ni negativa, entre las puntuaciones inicial y final. Además, cuando hay una mejora significativa, el IC nos indica cómo de importante es dicha mejora.

Para el grupo de trabajo, Tabla 4, podemos afirmar no solo que existe una mejora, sino que dicha mejora en las agrupaciones se encuentra entre el 9% y el 28% aproximadamente para un nivel de confianza del 95%. Para la diferencia de impactos, se mejora entre un 8% y un 28% aproximadamente. Por el contrario, en la puntuación de precisión y la de combate, al incluir el intervalo de confianza el 0% no se puede afirmar que exista una mejora, al nivel de confianza del 95%. Sin embargo, para un nivel de confianza del 90%, obtendríamos un IC entre el 0.03% y el 9.17%, que sugiere que hay una mejora (a ese nivel de confianza), aunque puede ser pequeña.

*Tabla 4. Intervalos de confianza de la diferencia de puntos para el grupo de trabajo*

	DifPorcAgrupPrec	DifPorcPunPre	DifPorcImpacCom	DifPorcPunCom
Int Conf Media (90%)	26,45%	4,96%	26,39%	9,17%
Int Conf Media (90%)	10,90%	-1,30%	9,53%	0,03%
Int Conf Media (95%)	28,27%	5,70%	28,37%	10,24%
Int Conf Media (95%)	9,08%	-2,03%	7,56%	-1,03%
Int Conf Media (99%)	32,46%	7,38%	32,91%	12,70%
Int Conf Media (99%)	4,89%	-3,72%	3,01%	-3,50%

En cuanto al grupo de control, Tabla 5, en ningún caso, podemos afirmar que exista una diferencia significativa ya que a los tres niveles de confianza todos los intervalos incluyen el valor cero.

*Tabla 5. Intervalos de confianza de la diferencia de puntos para el grupo de control*

	DifPorcPunPre	DifPorcImpacCom	DifPorcPunCom
Int Conf Media (90%)	6,10%	7,34%	2,29%
Int Conf Media (90%)	-7,76%	-11,59%	-3,66%
Int Conf Media (95%)	7,72%	9,56%	2,98%
Int Conf Media (95%)	-9,38%	-13,81%	-4,35%
Int Conf Media (99%)	11,46%	14,66%	4,59%
Int Conf Media (99%)	-13,11%	-18,91%	-5,95%

Como conclusión a este apartado, los IC refuerzan y complementan los resultados obtenidos con anterioridad. En cuanto al grupo de trabajo, podemos afirmar con rotundidad que mejora significativamente (al menos en dos de los aspectos medidos) tras realizar instrucción en el simulador, y que la mejora es cuantitativamente muy importante, entre el 7% y el 28%. Dicho de otra forma, podemos afirmar que el uso del simulador genera una mejora significativa y cuantitativamente muy relevante de las habilidades de tiro.

## 5.4 Análisis de correlación

Los análisis de correlación se utilizan para analizar si existe relación lineal entre dos variables. Un coeficiente de correlación cercano a 1 significa una relación positiva y muy fuerte<sup>10</sup> entre las variables, cuando es cercano a -1 significa una relación negativa muy fuerte; por último, un coeficiente cercano a 0 indica que no existe relación lineal entre las variables. Se han calculado los coeficientes de correlación, entre todas las variables cuantitativas, de dos formas diferentes: primero, a partir de los datos de la muestra conjunta (que engloba a los dos grupos) y, después, a partir de los datos de los dos grupos por separado. Esto ha generado tres tablas de coeficientes de correlación que incluyen un total de 408 coeficientes (136 cada tabla). La Tabla 6 contiene los coeficientes de correlación para el grupo de trabajo y en el Anexo 2 se encuentran la tabla conjunta y la del grupo de control. Se ha marcado con color rojo las relaciones positivas más significativas y en verde las negativas. Las principales conclusiones que obtenemos son:

- En la muestra conjunta, el coeficiente de correlación entre la agrupación en los ejercicios de precisión (AgruPre0) y la puntuación en el ejercicio de combate

<sup>10</sup> El coeficiente de correlación mide el grado de intensidad en la relación lineal entre dos variables, pero no la magnitud cuantitativa del efecto de una sobre total. Por ejemplo, si consideramos las variables “x” e “y”, el efecto de “x” sobre “y” se podría medir por la derivada  $dy/dx$ . Puede ocurrir que haya una relación lineal positiva y muy fuerte entre “x” e “y”, en cuyo caso el coeficiente de correlación estaría próximo a 1, pero el valor esperado de la derivada sea muy pequeño, por ejemplo, 0.01. En este caso, diríamos que hay una relación muy fuerte entre ambas variables, pero el efecto cuantitativo de “x” sobre “y” es pequeño.

(PunCom1) es de 0,72; la relación es positiva y fuerte. Es decir, a mayor agrupación en tiro de precisión, mejor es la puntuación en ejercicios de combate y viceversa. Asimismo, a mayor puntuación en los ejercicios de combate, obtendremos mayor marca en la puntuación en los de precisión; ya que el coeficiente de correlación entre las variables PunCom0 y PunPre1 es de 0,88. También se puede observar una correlación similar en las tablas para cada grupo.

- Como se esperaría en los dos grupos, a mayor puntuación en los ejercicios iniciales, mayor es la puntuación en los ejercicios finales. Se puede comprobar en las tres tablas, teniendo coeficientes de correlación de 0,82 entre el ejercicio de precisión inicial y final en la tabla conjunta, o 0,91 entre la puntuación del ejercicio de combate inicial y final. No se aprecia de forma tan fuerte esta relación entre los impactos iniciales y los finales, con un coeficiente de 0,49, o entre la agrupación de precisión final e inicial, con un coeficiente de 0,19.
- En cuanto a la antigüedad, en la tabla conjunta no se aprecia una gran conexión entre las variables. Sin embargo, al analizar las tablas de los grupos por separado, observamos correlaciones relevantes. En la del grupo de trabajo, observamos una relación positiva entre dicha variable y la puntuación de los ejercicios de precisión inicial y final siendo los coeficientes de 0,89 y 0,82. Por el contrario, hay una relación negativa con la diferencia de puntuaciones de precisión (mejora); es decir, a más antigüedad en el grupo de trabajo, menos se mejora. En el grupo de control, también existe una relación negativa entre la antigüedad y la puntuación en los ejercicios de combate, siendo los coeficientes de -0,66 y -0,54.
- Observamos que cuanto mejor fueron los resultados obtenidos en el ejercicio inicial, menor ha sido la mejoría que se ha tenido. Sin embargo, los únicos que contribuyen a esta mejoría son el grupo de trabajo, ya que anteriormente comprobamos que el grupo de control no mejora. Lo apreciamos claramente en la correlación en la tabla del grupo de trabajo de la puntuación en el ejercicio de precisión y la diferencia de puntuaciones finales, siendo el coeficiente de -0,81 y -0,79. Asimismo, observamos que el grupo de control tiene coeficientes menores para esta relación.

En resumen, con este análisis hemos comprobado que existen correlaciones entre diferentes variables. Unas más relevantes, como la relación entre antigüedad y puntuaciones, o la relación entre ejercicios iniciales y finales; otras menos como la antigüedad en la tabla conjunta. Pero lo importante de este apartado ha sido comprobar como las relaciones entre las mismas variables son diferentes entre ambos grupos.

Tabla 6. Coeficientes de correlación para el grupo de trabajo

TRABAJO	Antigüedad	AgruPre.0	PunPre.0	AgruPre.1	PunPre.1	DifAgruPre	DifPunPre	ifPorcAgruPre
Antigüedad	1							
AgruPre.0	0,135	1						
PunPre.0	0,897	0,428	1					
AgruPre.1	0,254	0,635	0,502	1				
PunPre.1	0,821	0,554	0,965	0,680	1			
DifAgruPre	0,024	-0,797	-0,161	-0,039	-0,185	1		
DifPunPre	-0,832	-0,036	-0,816	0,024	-0,637	0,066	1	
DifPorcAgruPre	-0,032	-0,888	-0,258	-0,222	-0,310	0,976	0,075	1
DifPorcPunPre	-0,819	-0,081	-0,808	0,040	-0,628	0,136	0,996	0,134
ImpacCom0	0,237	-0,050	0,263	0,126	0,196	0,164	-0,341	0,225
PunCom0	0,657	0,661	0,794	0,733	0,884	-0,281	-0,386	-0,368
ImpacCom1	0,199	0,470	0,534	0,709	0,563	-0,053	-0,329	-0,177
PunCom1	0,611	0,806	0,767	0,777	0,880	-0,435	-0,317	-0,553
DifImpacCom	-0,173	0,286	-0,039	0,201	0,051	-0,212	0,228	-0,342
DifPunCom	-0,191	0,397	-0,142	0,078	-0,080	-0,452	0,242	-0,538
DifPorcImpac	-0,246	0,238	-0,143	0,107	-0,052	-0,225	0,306	-0,333
DifPorcPunCc	-0,219	0,331	-0,193	-0,014	-0,153	-0,439	0,234	-0,509

DifPorcPunPre	ImpacCom0	PunCom0	ImpacCom1	PunCom1	DifImpacCom	DifPunCom	fPorcImpacCom	ifPorcPunCom
---------------	-----------	---------	-----------	---------	-------------	-----------	---------------	--------------

1								
-0,369	1							
-0,408	0,376	1						
-0,320	0,481	0,496	1					
-0,337	0,146	0,948	0,474	1				
0,265	-0,904	-0,186	-0,061	0,064	1			
0,251	-0,732	-0,234	-0,105	0,087	0,782	1		
0,339	-0,947	-0,263	-0,179	-0,011	0,991	0,794	1	
0,241	-0,717	-0,313	-0,148	0,004	0,745	0,994	0,764	1

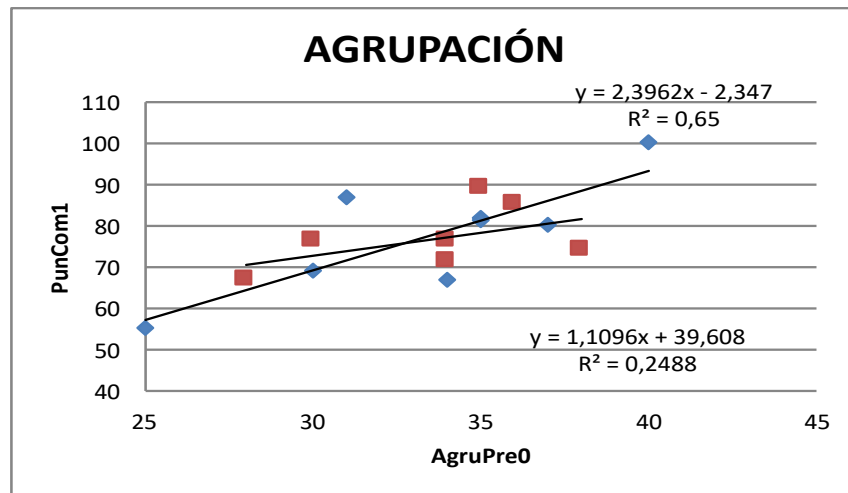
## 5.5 Análisis de regresión

El análisis de regresión permite estudiar y valorar las relaciones entre diferentes variables cuantitativas a partir de un modelo “teórico” representado mediante una relación funcional. Las principales aplicaciones de este elemento estadístico son la predicción o previsión de hechos a partir de unos datos determinados. Esta herramienta nos proporciona un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que nos permite conocer qué porcentaje de la variable “Y” podemos explicar a partir de la variable “X”, cuanto más cerca esté del valor 1 mejor se ajustan los datos observados al modelo estimado.

En primer lugar, Figura 5, analizamos la relación entre la agrupación en el ejercicio de precisión inicial (AgruPre0) y la puntuación en el ejercicio de combate final (PunCom1) para los dos grupos por separado. Los valores del coeficiente de determinación, mayor para el grupo de trabajo, indica que la relación lineal es mucho más fuerte en el grupo de trabajo que en el de control. Además, la pendiente estimada es



mucho mayor para el grupo de trabajo, 2,40 frente a 1,11. Estos números implican que, si consideramos dos miembros del grupo de trabajo cuya diferencia de puntuación en el ejercicio es 10 puntos, el valor esperado de su diferencia de puntuación en el ejercicio de combate final sería de  $10 \times 2,40 = 24$  puntos. Dos individuos del grupo de control con una diferencia similar en la sesión de tiro inicial diferirían solamente en  $10 \times 1,1 = 11$  puntos en el ejercicio de combate final (en valor esperado). Esta diferencia de valores se debe a la mejora de habilidades debida a la instrucción en simulador que realizan los miembros del grupo de trabajo.

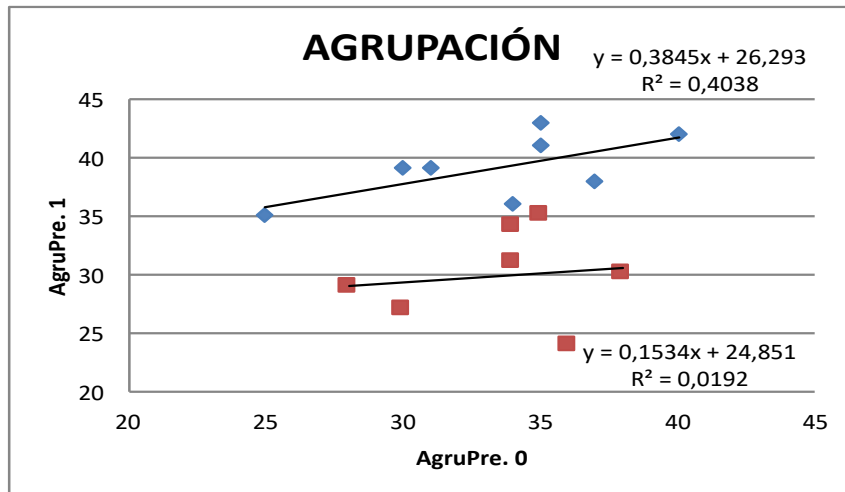


*Figura 5. Análisis de regresión para las variables agrupación inicial de precisión y puntuación final de combate*

Nota: Grupo de trabajo: rombos azules y expresión recta estimada en parte superior. Grupo de control: cuadrado rojo y expresión recta estimada en parte inferior.

La Figura 6 muestra la estimación del modelo lineal que explica la agrupación del ejercicio de precisión inicial y final. Para el grupo de trabajo, la relación es positiva. Esta diferencia de puntuación tiende a reducirse (en valor esperado) debido a que los tiradores *peores* inicialmente mejoran más que los *buenos* tras realizar la instrucción en simulador. O, equivalentemente, los que hicieron peor tirada inicialmente tienen mayor margen de mejora (lo cual encaja con las teorías y las curvas de aprendizaje).

Por el contrario, si consideramos el grupo de control, el p-value del estimador de la pendiente es superior a 0.10, por lo que no hay una relación lineal significativa entre las variables. Si consideramos dos individuos (del grupo de trabajo) que difieren en su puntuación en el ejercicio inicial, y predecimos la diferencia de puntuación que tendrán en el ejercicio final, el intervalo de confianza de la predicción incluye el valor 0; es decir, la diferencia inicial no debería variar significativamente. Obviamente, esto se debe a que el grupo de control no mejora significativamente (como ya habíamos obtenido con anterioridad), puesto que no hace instrucción de tiro en el período entre los ejercicios de tiro inicial y final



*Figura 6. Análisis de regresión para las variables agrupación de precisión inicial y agrupación de precisión final*

Nota: Grupo de trabajo: rombos azules y expresión recta estimada en parte superior. Grupo de control: cuadrado rojo y expresión recta estimada en parte inferior.

A continuación, en la Figura 11, se analiza la relación entre la antigüedad y la diferencia de puntuación. A simple vista ambas rectas tienen pendiente negativa, pero tan solo la del grupo de trabajo es estadísticamente significativa, lo cual significa que, para el grupo de trabajo, la mejora decrece con la antigüedad: los más antiguos mejoran menos en valor esperado. Además, para valores altos de la antigüedad (a partir de los 10 años de antigüedad), la mejora esperada es nula (o incluso negativa). Los más modernos experimentan una pequeña mejora de entre 3 y 8 puntos, pero los antiguos o permanecen estables o empeoran. Creemos que la relación entre antigüedad y mejora se debe, en realidad, a que los más antiguos son mejores en promedio en el momento inicial; los más antiguos no mejoran menos por ser más antiguos, sino porque (en promedio) ya partían de un nivel más alto y tenían menos margen de mejora. Por el contrario, para el grupo de control no se hay una relación significativa entre antigüedad y mejora, debido a que, como sabemos, no mejoran.

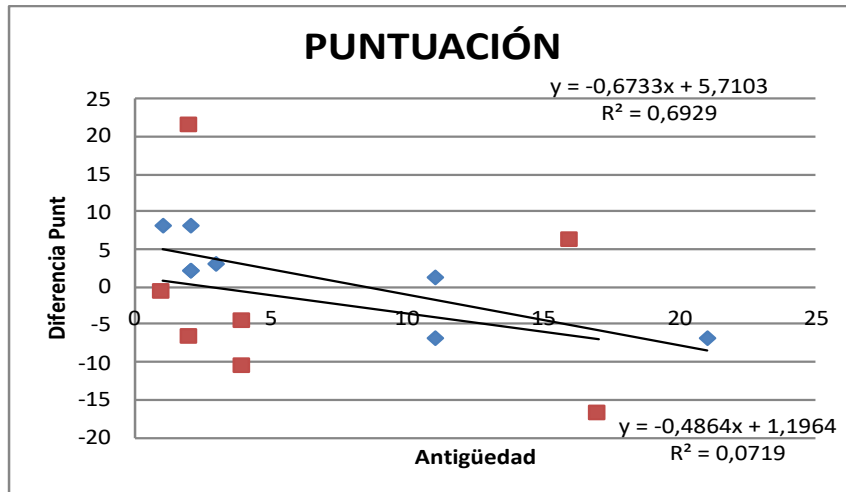


Figura 7. Análisis de regresión para las variables Diferencia de puntuación y antigüedad.

Nota: Grupo de trabajo: rombos azules y expresión recta estimada en parte superior. Grupo de control: cuadrado rojo y expresión recta estimada en parte inferior.

Al analizar la antigüedad con la variable de diferencia de impactos en el ejercicio de combate, Figura 8, se obtienen resultados no significativos tanto para el grupo de trabajo como para el de control. Las pendientes de ambas rectas son muy pequeñas y sus  $R^2$  despreciables, por lo que no existe relación lineal significativa entre dichas variables. Es interesante ver como la antigüedad sí que afecta de forma lineal en la puntuación, pero no en los impactos.

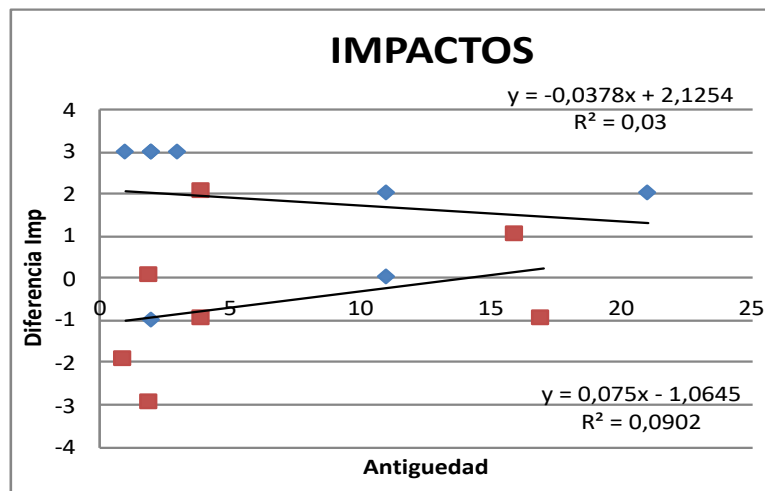
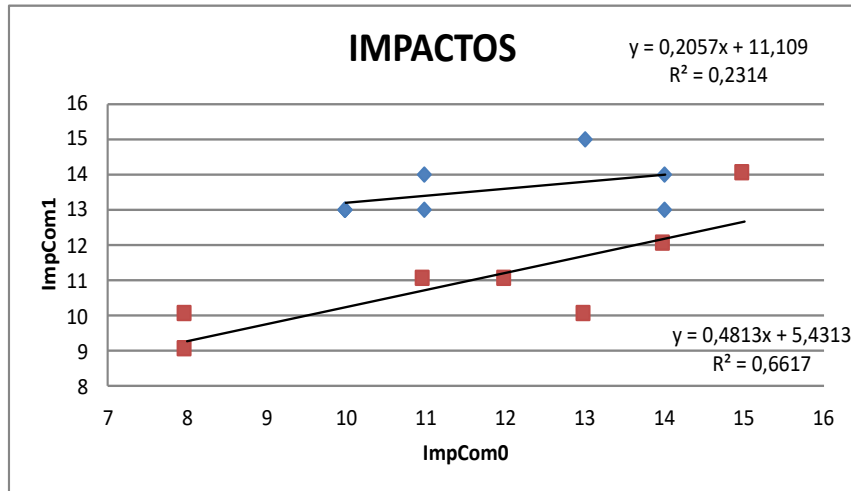


Figura 8. Análisis de regresión para las variables Diferencia de impactos y antigüedad.

Nota: Grupo de trabajo: rombos azules y expresión recta estimada en parte superior. Grupo de control: cuadrado rojo y expresión recta estimada en parte inferior.

Por último, en la Figura 13, se analizan los impactos iniciales con los finales, igual que en el último análisis de correlación. Para el grupo de trabajo, tal y como vimos

anteriormente, la pendiente de 0,2 nos indica que en el ejercicio final no existe tanta diferencia entre las mejores y las peores puntuaciones. Esta distancia se acorta y es debido al mismo motivo, los de peor tirada inicial tienen más margen de mejora. Lo mismo ocurre con el grupo de trabajo que pasa de tener una diferencia de 7 puntos entre la mejor marca y la peor en el ejercicio final, a tener una diferencia de 5 puntos.



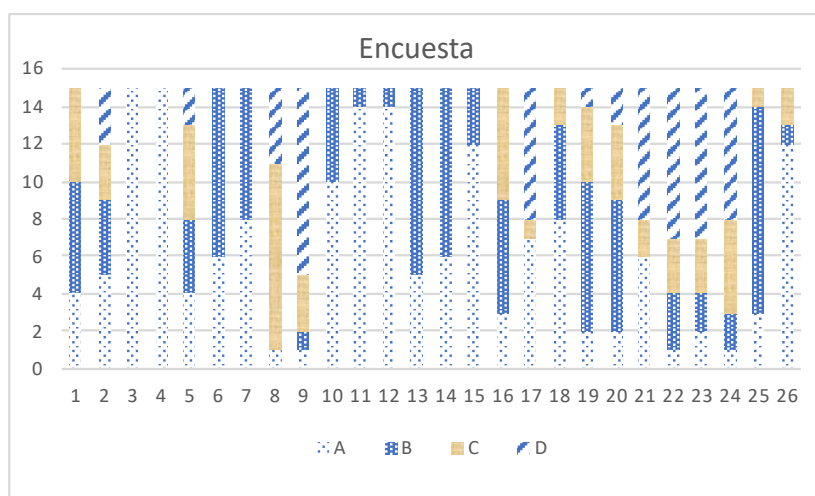
*Figura 9. Análisis de regresión para las variables Impactos iniciales e Impactos finales.*

Nota: Grupo de trabajo: rombos azules y expresión recta estimada en parte superior. Grupo de control: cuadrado rojo y expresión recta estimada en parte inferior.

Como conclusión, el análisis de correlación nos ratifica lo observado en apartados anteriores. Además, nos da más información sobre la relación entre variables y también se aprecia cómo afectan de forma diferente a ambos grupos. Hay que tener en cuenta que en este análisis se podrían “predecir” futuros resultados de la muestra que se ha estudiado y no sería extrapolable a otro conjunto diferente.

## 6. ENCUESTAS

Por último, se realizó una encuesta de veintiséis preguntas a una muestra de quince personas, 5 oficiales, 6 suboficiales y 4 legionarios. Al ser una muestra pequeña, los resultados de los contrastes están limitados, pero debido a las limitaciones de personal, no se pudo encuestar a más personas. En esta sección se analizarán las preguntas más relevantes para el trabajo. Para ello, se han llevado a cabo contrastes de bondad ajuste, en los que se establece la hipótesis nula de que las respuestas (todas o varias) tienen la misma frecuencia. En la Figura 14 podemos observar las frecuencias absolutas de las respuestas de todas las preguntas.



*Figura 10. Resultados encuesta. Frecuencias absolutas.*

En primer lugar, al analizar los resultados obtenidos en la pregunta 8 sobre cuánto utilizan el simulador en la unidad, obtenemos que la mayoría de los encuestados, un total de 10 personas, frecuentan el simulador tan solo una vez al mes. Fijándonos en las otras respuestas, observamos que 4 de ellos no ha ido nunca y que tan solo uno afirma asistir una vez por semana. La Tabla 7 nos indica que el estadístico de contraste es mayor que el valor crítico por lo que rechazamos la hipótesis de que las frecuencias de las 4 opciones de respuesta sean iguales; y podemos afirmar que, en el 2º Tercio, se acude con poca frecuencia al simulador. No se puede afirmar que de media se acude una vez al mes ya que la diferencia entre la respuesta c) y d) no es significativa tal y como muestra la Tabla 8. Incluso existiendo una diferencia de 6 votos a favor de la opción c), esta diferencia no es estadísticamente significativa debido a la muestra tan pequeña de personal que realizó la encuesta.

Es interesante constatar que, si la muestra hubiera sido del doble de tamaño, 30, y las frecuencias relativas hubieran sido las mismas (2, 0, 20, 8), entonces sí habiéramos rechazado la hipótesis de que “no ir nunca al simulador” (opción d) es igual de *frecuente* o probable como “ir una vez al mes” (opción c), ya que el estadístico del contraste hubiera

sido 5,143 (mayor que el valor crítico 3,84). Hubiéramos podido concluir que “ir una vez al mes al simulador” es significativa y mayoritariamente lo más habitual.

*Tabla 7. Resultados de la pregunta 8.*

Resultados p.8	Frecuencia	Prob teorica	Frecuencia teorica
a	1	0,25	3,75
b	0	0,25	3,75
c	10	0,25	3,75
d	4	0,25	3,75

Est contraste	16,20
Grados libertad	3
Valor Crítico	7,81

*Tabla 8. Diferencia de resultados entre la opción c) y d) en la pregunta 8.*

Diferencia p8 entre c) y d)	Frecuencia	Frecuencia teorica
c)	10	7
d)	4	7

Est contraste	2,57
Grados libertad	1
Valor Crítico	3,84

En segundo lugar, cuando se pregunta por qué capacidad es más eficiente en la pregunta 16, obtenemos una igualdad de opiniones entre tiro de combate e instintivo, teniendo el tiro de precisión solo 3 votos y los ejercicios tácticos ninguno. Sin embargo, al analizar la Tabla 9 no se rechaza la hipótesis nula, por lo que el resultado no es estadísticamente significativo, es decir, no podemos afirmar que la población vea más eficaz el simulador para tiro de combate o instintivo frente al de precisión o a los ejercicios tácticos. Esto se debe a la muestra pequeña, con una muestra mayor lo más probable es que esa diferencia si fuese significativa.

*Tabla 9. Resultados de la pregunta 16.*

Resultados p.16	Frecuencia	Prob teorica	Frecuencia teorica
a	3	0,25	3,75
b	6	0,25	3,75
c	6	0,25	3,75
d	0	0,25	3,75

Est contraste	6,60
Grados libertad	3
Valor Crítico	7,81

En la Tabla 10, a la hora de contrastar los resultados de la pregunta 25 sobre el tipo de personal más adecuado para el simulador, obtenemos un resultado inesperado. Pese a tener una mala imagen del simulador y habiéndose comprobado que el simulador es más eficaz para personal moderno, obtenemos 11 respuestas a favor de la opción b) (para todo tipo de personal) frente a 3 votos a favor de la opción a) (para el personal recién incorporado). Analizando las Tablas 10 y 11 se rechaza la  $H_0$  y se descarta la opción de que no es útil para nadie y de que es útil solo para los de nuevo ingreso. Por lo que afirmamos que la mayoría de población piensa que el simulador es eficaz para todo tipo de personal.

*Tabla 10. Resultados de la pregunta 25.*

Resultados p.25	Frecuencia	Prob teorica	Frecuencia teorica
a	3	0,33	5
b	11	0,33	5
c	1	0,33	5

Est contraste	11,20
Grados libertad	2
Valor Crítico	5,99

*Tabla 11. Diferencia de resultados entre la opción a) y b) en la pregunta 25.*

Diferencia p25 entre a) y b)	Frecuencia	Frecuencia teorica
a)	3	7
b)	11	7

Est contraste	4,57
Grados libertad	1
Valor Crítico	3,84

Por último, en la pregunta 26, el estadístico de contraste es mayor que el valor crítico por lo que se rechaza la  $H_0$ . Podemos afirmar de forma significativa que la población prefiere el simulador VICTRIX frente al NOPTel para la instrucción de un fusilero.

Resultados p.26	Frecuencia	Prob teorica	Frecuencia teorica
a	12	0,33	5
b	1	0,33	5
c	2	0,33	5

Est contraste	14,80
Grados libertad	2
Valor Crítico	5,99

Como conclusión de las encuestas podemos destacar los siguientes aspectos:

- Se usa poco y, por lo tanto, no se observan mejoras en el personal.
- No se puede afirmar que tipo de ejercicio es más rentable practicar en el simulador.
- La mayoría de personal lo considera útil para todo tipo de fusilero sin importar la antigüedad.
- La población prefiere el simulador VICTRIX frente al NOPTEL.



## 7. LÍNEA FUTURA DE MEJORA

Debido a la evolución de la tecnología y la consecuente creación de nuevos simuladores, INDRA propone dotar al VICTRIX con una mejora que los diferencie de la competencia. Esta actualización es conocida como iVictrix y es la línea que seguirá este simulador en el futuro. iVictrix se basa en la creación de un nuevo concepto de simuladores de tiro VICTRIX centrado en la dotación de servicios web que podrán ser compartidos por todos los usuarios, nuevas prestaciones en ejercicios tácticos avanzados, basándose en un sistema de localización en interiores y la implementación de técnicas de seguimiento de objetos. Este proyecto se inició el uno de septiembre de 2017 y su fecha estimada de cierre es el treinta y uno de agosto de 2020. En esta mejora se utilizarán diversas tecnologías, como programas de construcción de infraestructuras (software de explotación colaborativo), tecnologías de representación 3D (gafas de realidad virtual), software de banda ultra ancha (UWB) para el posicionamiento en interiores con precisión milimétrica y sensores ópticos e inerciales para la localización y seguimiento de objetos.

Dicha actualización cuenta con el respaldo de los resultados obtenidos con el simulador VICTRIX por lo que corrige errores y subsana carencias. Concretamente se sustenta en la experiencia de más de 50 simuladores VICTRIX operativos a día de hoy, más de veinte millones de disparos realizados y la mejora de la precisión de tiro. Las herramientas que hacen sacarle el máximo partido a esta modernización del sistema son las siguientes:

- iVictrix Analytics: Para el análisis de datos de entrenamiento, evaluación del desempeño y estadísticas de uso y mantenimiento.
- iVictrix Market: Para compartir recursos en tiempo real y de manera simultánea entre diferentes simuladores, tanto blancos, ejercicios, escenarios, etc. Se evita así la duplicidad de esfuerzos entre usuarios.
- iVictrix Engage: Para la automatización de labores logísticas mediante análisis predictivo de posibles incidencias y su posterior detección, control de stock de los diferentes simuladores, etc.
- iVictrix Plan: Para la gestión de las actividades de explotación de los diferentes simuladores como cursos, mantenimiento, demostraciones, competiciones, etc.

Esta actualización también cuenta con la implantación de una plataforma para ametralladora pesada, simulando la que se instala en vehículos. Asimismo, también cuenta con la utilización de gafas de realidad virtual, para aumentar bastante las condiciones de escenarios tanto estáticos como en movimiento, y la integración de una plataforma móvil que transmita al tirador las sensaciones e inercias del movimiento de diferentes vehículos sobre diferentes tipos de terreno o ambientes.

Para la compartición de recursos se utilizará un entorno web basado en una nube protegida y privada de uso exclusivo para el Ejército de Tierra. Gracias al motor gráfico utilizado (Unity) se podrá acceder desde múltiples plataformas a la base de datos común y a la gestión o edición de ejercicios o video escenarios para los diferentes ejercicios tácticos, siempre que se tenga acceso a la red del Ejército.

Una cuestión que pedían los expertos es el poder participar en la creación de escenarios y ejercicios, esta actualización lo permite. Los usuarios ya no son meros usuarios, sino que se han convertido en contribuyentes con sus aportaciones tanto creando como editando. La nube con la base de datos será gestionada por el MADOC, teniendo acceso a los resultados y a los informes de los ejercicios de todos los simuladores para poder mejorar la eficiencia de este, ahorrando los costes que suponen las duplicidades. En cuanto a los fungibles que se agotan en los diferentes ejercicios, el Parque y Centro de Mantenimiento de Armamento y Material de Artillería (PCMAYMA) tendrá acceso a datos e información de uso de esos recursos adelantándose a posibles faltas de stock de alguna sala de simulación en España.

La nueva actualización cumple con múltiples exigencias que pedían los expertos en el simulador, como la edición y creación de escenarios y ejercicios o la gestión global del Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC) de todas las plataformas de tiro. La implantación de gafas de realidad virtual y la plataforma móvil eran aspectos que los especialistas ni se habían planteado. Pero su reacción fue muy positiva, ya que un escenario en tres dimensiones con capacidad de simular movimientos es una gran mejora. Otras, como comentamos anteriormente, son imposibles de mejorar, como las condiciones meteorológicas dentro de la sala o el tamaño.

## 8. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en el trabajo a partir de los datos de tiro, podemos concluir que el simulador de tiro en sala VICTRIX es más eficaz en la mejora de las agrupaciones. Esto quiere decir que se incrementa el nivel de los fusileros por la corrección de posiciones y de errores que cometían a la hora de apuntar. No se puede vislumbrar una mejora significativa en las puntuaciones debido a que el láser de los fusiles modificados es muy sensible y se descalibra en numerosas ocasiones y con mucha facilidad, tal y como nos comentaron los expertos en las entrevistas. El grupo de trabajo no experimenta solo una mejora significativa individual respecto a su primer ejercicio realizado, sino que también lo hacen respecto al grupo de control. Estas mejoras son grandes tal y como nos mostraron los intervalos de confianza, aunque no todos mejoraron por igual, siendo los más modernos y los que peor tirada inicial hicieron, los que más mejoraron.

Por otro lado, debido a la escasa disposición de personal, la mayoría de los resultados obtenidos no fueron significativos, por lo tanto, no se podía afirmar muchos datos con el respaldo de la estadística. Esta muestra pequeña afectó tanto al análisis estadístico de los datos de tiro como al de las encuestas. Tan solo en ciertas preguntas en las que una opción se imponía a la otra por una amplia mayoría, y en cuyo contraste se obtenía un estadístico de contraste mayor que el valor crítico, pudimos avalar que la población tiende a pensar lo que la muestra.

En cuanto a las variables estudiadas, la antigüedad es importante a la hora de aplicar sesiones de simulador. Un aspecto que destacar en cuanto a esta variable es que, a partir de los 10 años en el ejército, no se mejora aplicando sesiones de simulador. Es un dato a tener en cuenta y debería ser estudiado en el futuro con una mayor muestra para ver si se corrobora. Esto se debe básicamente a que un fusilero que lleva veinte años disparando de la misma forma, en diez sesiones de simulador no va a cambiar. Por el contrario, uno que lleve uno o dos años tiene más margen de mejora y en poco tiempo mejora mucho.

Atendiendo a las encuestas y entrevistas, no se pueden sacar muchos resultados en claro debido a la muestra pequeña de personal que las realizó. En algunas ocasiones, obtenemos resultados contradictorios entre la opinión del personal y lo que nos avala la estadística. Por ejemplo, en las encuestas no se muestra que el personal muestre diferencias a la hora de decidir en qué ejercicio es más eficaz el simulador, sin embargo, en el análisis estadístico se obtiene que es más eficaz para ejercicios de combate.

Para concluir, basándome en mi experiencia con el VICTRIX y la de otros componentes de la bandera, a la hora de aconsejar a un mando sobre cuándo y cómo utilizar este simulador, la respuesta sería la siguiente:

- Utilizar el simulador de tiro sobre todo para personal de recién incorporación, para adoptar las posiciones adecuadas desde el primer momento. No es lo mismo que adoptarlas en un campo de tiro sin munición, ya que el simulador te permite hacer fuego y obtener un feed back <sup>11</sup> de una forma totalmente segura. Por otro lado, los de mayor antigüedad, tienden a no mejorar o a necesitar más sesiones.
- En cuanto a tipos de ejercicios a realizar, me centraría en los de combate. Estos no son tan dependientes de la precisión del láser del fusil y son bastante más peligrosos de practicar con el personal debido a los movimientos rápidos que se hacen.
- Debería informarse sobre las capacidades del VICTRIX ya que son muchas y poca gente las conoce al cien por cien. Solicitar a la unidad la impartición de cursos o conferencias acerca de las mismas.
- Se necesita un programa regular y continuo en el tiempo para notar la mejoría, si bien es cierto que las posiciones de precisión son más fáciles de corregir y, por lo tanto, requerirán menos sesiones.

En cuanto a líneas futuras de investigación, recomendaría el volver a realizarlo con una muestra mucho mayor. Al estar los ejercicios y las encuestas realizadas con poco personal, es muy difícil sacar resultados concluyentes. Por otro lado, centraría los esfuerzos en ver el efecto que tienen las sesiones de simulador en el personal de más de 10 años de antigüedad, para comprobar si es cierto que pasado ese límite no mejoran. Una vez implantado el iVictrix en las unidades, estaría bien contrastar la mejoría que tienen los fusileros con la nueva versión en comparación a la actual y comprobar que realmente implanta lo comentado en sus características.

---

<sup>11</sup> Se entiende feed back como el retorno de una respuesta por parte del sistema, en este caso puntuaciones y agrupaciones.

## Bibliografía

González Núñez, F. (2016). “*Más “Military Simulation” en tiempo de Paz, menos sangre en tiempo de Guerra*”. Revista Armas y Cuerpos. Armas y Cuerpos N° 133.

Maciá García, M. (2013). “*Simulación Constructiva, funcionamiento*” Revista Ejército nº862.

Manrique Braojos, J. (2012). “*La simulación como herramienta en tiempos de recortes*”. Revista defensa española.

INDRA. (2017). iVictrix: Upgrade Sistema de Entrenamiento iVictrix | indra.

INDRA. (n.d.). Simulador\_de\_Tiro\_VICTRIX (p. 25).

INDRA. (2015). iVictrix\_MADOC\_28\_07\_2015\_v5.

Real Academia Española

Ross, M.S. (2007) “Introducción a la estadística”, 1ª Edición, Editorial Reverté, Madrid.

DIDOM, (2006) “Tiro con fusil de asalto HK-G 36 E Tomo I: Fichas de Tareas y Anexos MI6-001”, 1a Edición. Ministerio de Defensa, Ejército de Tierra, Mando de Adiestramiento y Doctrina, Madrid.

DIDOM, (2006) “Tiro con fusil de asalto HK-G 36 E Tomo II: Ejercicios de Tiro MI6-001”, 1a Edición. Ministerio de Defensa, Ejército de Tierra, Mando de Adiestramiento y Doctrina, Madrid.

Cuesta, K. (2017) “Aportación del simulador de tiro VICTRIX a la mejora de la instrucción de las unidades de infantería ligera” Trabajo de fin de Grado, Centro Universitario de la Defensa.



# Anexos

## Anexo 1. Guion de entrevistas.

1. Años de antigüedad en el ejército.
2. Conocimiento acerca del VICTRIX.
3. Frecuencia con la que ha utilizado el VICTRIX.
4. Considera útil el simulador a aspectos generales.
5. Carencias y mejoras.
6. Se le ha impartido algún curso o charla sobre las capacidades del VICTRIX.

## Entrevistados:

*Tabla 12. Empleo y antigüedad de los entrevistados*

	Empleo	Antigüedad (en años)
Oficiales	Capitán	7
	Capitán	9
	Teniente	3
	Teniente	2
Suboficiales	Sargento	12
	Sargento	4
	Sargento	4
	Sargento	6
	Sargento	6
	Sargento Primero	18
	Brigada	22
Tropa	Caballero Legionario	4
	Caballero Legionario	3
	Caballero Legionario	3
	Caballero Legionario	10
Expertos en el simulador	Cabo primero	21
	Cabo	12
	Cabo	15

## Anexo 2. Análisis estadístico.

En este anexo se muestran los resultados de tiro de todos los componentes. Asimismo, se muestran el resto de las tablas y cálculos estadísticos en los que se basó el análisis del apartado 5.

### Precisión:

*Tabla 13. Resultado de tiro de precisión grupo de trabajo.*

		Empleo	Antigüedad	AgrulPre.0	PunPre.0	AgruPre.1	PunPre.1
Grupo Trabajo	Tirador 1	Cabo	11	35	126	41	119
	Tirador 3	Cabo	11	40	116	42	117
	Tirador 5	CL	2	30	90	39	98
	Tirador 6	CL	2	25	85	35	87
	Tirador 8	DL	2	34	89	36	91
	Tirador 9	Cabo 1º	21	31	127	39	120
	tirador 12	CL	3	37	102	38	105
	Tirador 15	CL	1	35	95	43	103

*Tabla 14. Resultado de tiro de precisión grupo de control.*

		Empleo	Antigüedad	AgrulPre.0	PunPre.0	AgruPre.1	PunPre.1
Grupo Control	Tirador 2	Cabo	17	34	132	31	115
	Tirador 4	Cabo	4	34	108	34	97
	Tirador 7	CL	16	28	90	29	96
	Tirador 10	DL	1	36	126	24	125
	Tirador 11	CL	2	38	113	30	106
	Tirador 13	CL	4	30	111	27	106
	Tirador 14	CL	2	35	95	35	116

### Combate:

*Tabla 15. Resultado de tiro de combate grupo de trabajo.*

		Empleo	Antigüedad	ImpacCom0	PunCom0	ImpacCom1	PunCom1
Grupo Trabajo	Tirador 1	Cabo	11	13	80	15	82
	Tirador 3	Cabo	11	14	98	14	100
	Tirador 5	CL	2	10	63	13	69
	Tirador 6	CL	2	14	60	13	55
	Tirador 8	DL	2	10	56	13	67
	Tirador 9	Cabo 1º	21	11	85	13	87
	tirador 12	CL	3	10	77	13	80
	Tirador 15	CL	1	11	77	14	81



Tabla 16. Resultado tiro de combate grupo de control.

		Empleo	Antigüedad	ImpacCom0	PunCom0	ImpacCom1	PunCom1
Grupo Control	Tirador 2	Cabo	17	15	76	14	76
	Tirador 4	Cabo	4	8	70	10	71
	Tirador 7	CL	16	8	64	9	67
	Tirador 10	DL	1	14	90	12	85
	Tirador 11	CL	2	13	80	10	74
	Tirador 13	CL	4	12	79	11	76
	Tirador 14	CL	2	11	84	11	89

En la Tabla 15 se muestra el contraste de igualdad de medias en el que también apreciamos la varianza total y grados de libertad para el caso aplicado en el apartado 5 y el otro caso que, aunque se llevó a cabo, no dio pie a exponerlo en la memoria.

Tabla 17. Contraste de igualdad de medias con varianzas desconocidas e iguales

	DifAguPre	DifPunPre	DifImpacCom	DifPunCom
var(total)	17,869	94,369	2,682	18,515
Grados libertad	13	13	13	13
Est. Contraste	4,931	0,748	3,341	1,995
nivel significacion	0,05	0,05	0,05	0,05
Valor critico	2,160	2,160	2,160	2,160
Rdo test	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo
nivel significacion	0,01	0,01	0,01	0,01
Valor critico	3,012	3,012	3,012	3,012
Rdo test	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo
nivel significacion	0,1	0,1	0,1	0,1
Valor critico	1,771	1,771	1,771	1,771
Rdo test	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho

Tabla 18. Contraste de igualdad de medias con varianzas desconocidas y diferentes

	DifAguPre	DifPunPre	DifImpacCom	DifPunCom
var(m1-m2)	3,574	18,874	0,536	3,703
Grados libertad	16,652	12,659	17,818	17,865
Est. Contraste	4,931	0,748	3,341	1,995
nivel significacion	0,05	0,05	0,05	0,05
Valor critico	2,120	2,179	2,110	2,110
Rdo test	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo
nivel significacion	0,01	0,01	0,01	0,01
Valor critico	2,921	3,055	2,898	2,898
Rdo test	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo
nivel significacion	0,1	0,1	0,1	0,1
Valor critico	1,746	1,782	1,740	1,740
Rdo test	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho

Otros ejemplos de análisis de regresión aplicados. Aunque en algunos casos sean más significativos que los analizados en la memoria, al parecer los otros más útiles para el trabajo estos fueron expuestos en el anexo. Como podemos observar, existen relaciones lineales entre más variables, como entre los impactos y la puntuación inicial en el tiro de combate, entre la puntuación de combate inicial y final (bastante fuerte en el grupo de trabajo) o en los dos últimos gráficos entre impactos iniciales y agrupaciones finales e impactos iniciales y puntuaciones finales.

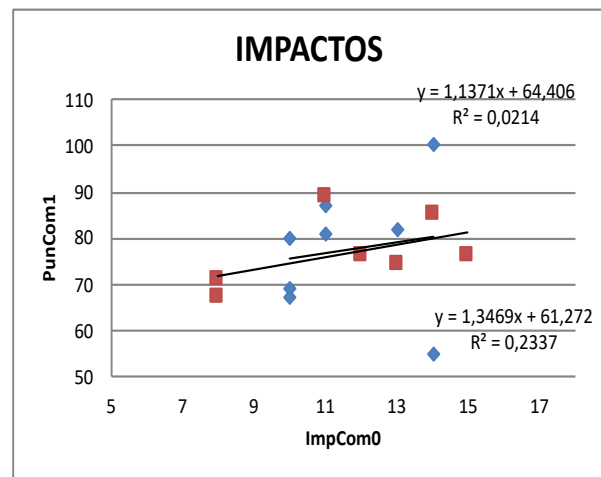
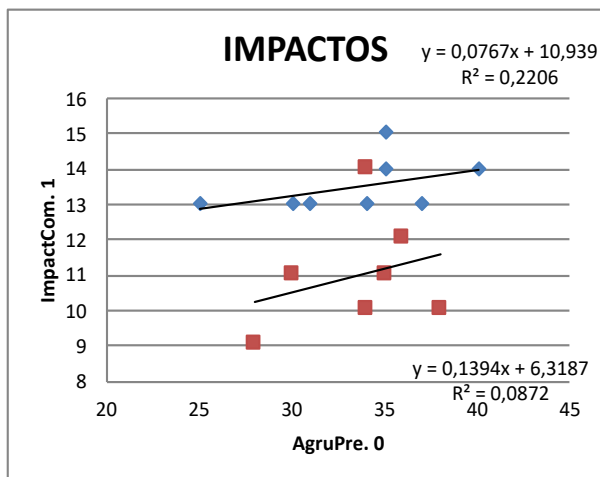
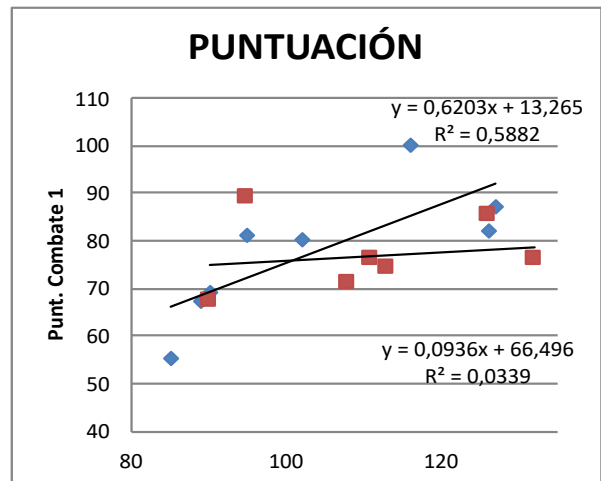
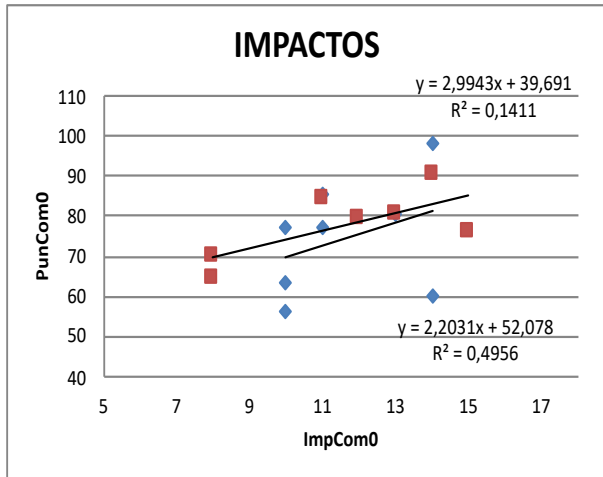


Figura 11. Gráficos de análisis de regresión.

Coeficientes de correlación para la tabla individual de grupo de control y de trabajo:

Tabla conjunta:

*Tabla 19. Coeficientes de correlación para la tabla conjunta.*

TOTAL	Antigüedad	AgruPre.0	PunPre.0	AgruPre.1	PunPre.1	DifAgruPre	DifPunPre	ifPorcAgruPre
Antigüedad	1							
AgruPre.0	-0,131	1						
PunPre.0	0,508	0,435	1					
AgruPre.1	0,086	0,195	-0,165	1				
PunPre.1	0,359	0,542	0,821	-0,041	1			
DifAgruPre	0,161	-0,457	-0,426	0,783	-0,380	1		
DifPunPre	-0,429	-0,078	-0,704	0,233	-0,172	0,261	1	
DifPorcAgruPre	0,126	-0,522	-0,451	0,727	-0,420	0,990	0,256	1
DifPorcPunPre	-0,386	-0,091	-0,683	0,232	-0,147	0,269	0,995	0,262
ImpacCom0	0,066	0,219	0,529	-0,113	0,478	-0,241	-0,317	-0,191
PunCom0	0,203	0,652	0,685	0,036	0,881	-0,381	-0,086	-0,419
ImpacCom1	0,132	0,201	0,264	0,647	0,276	0,459	-0,112	0,433
PunCom1	0,237	0,718	0,556	0,270	0,842	-0,210	0,088	-0,287
DifImpacCom	0,044	-0,063	-0,346	0,687	-0,280	0,664	0,248	0,586
DifPunCom	0,055	0,069	-0,397	0,552	-0,209	0,457	0,425	0,370
DifPorcImpac	0,010	-0,071	-0,373	0,628	-0,338	0,615	0,223	0,542
DifPorcPunCc	0,005	0,078	-0,390	0,451	-0,240	0,360	0,375	0,278

DifPorcPunPre	ImpacCom0	PunCom0	ImpacCom1	PunCom1	DifImpacCom	DifPunCom	fPorcImpacCom	ifPorcPunCon
1								
-0,299	1							
-0,091	0,465	1						
-0,095	0,499	0,170	1					
0,090	0,257	0,918	0,280	1				
0,243	-0,654	-0,359	0,329	-0,035	1			
0,442	-0,557	-0,328	0,241	0,074	0,817	1		
0,215	-0,708	-0,410	0,252	-0,095	0,992	0,803	1	
0,387	-0,553	-0,379	0,197	0,014	0,775	0,984	0,771	1

Grupo de control:

*Tabla 20. Coeficientes de correlación para el grupo de control.*

CONTROL	Antigüedad	AgruPre.0	PunPre.0	AgruPre.1	PunPre.1	DifAgruPre	DifPunPre	ifPorcAgruPre
Antigüedad	1							
AgruPre.0	-0,563	1						
PunPre.0	0,015	0,469	1					
AgruPre.1	0,057	0,138	-0,402	1				
PunPre.1	-0,295	0,529	0,579	-0,333	1			
DifAgruPre	0,452	-0,611	-0,660	0,699	-0,648	1		
DifPunPre	-0,268	-0,120	-0,723	0,206	0,145	0,251	1	
DifPorcAgruPre	0,456	-0,590	-0,684	0,715	-0,666	0,998	0,265	1
DifPorcPunPre	-0,207	-0,116	-0,699	0,249	0,172	0,283	0,995	0,297
ImpacCom0	-0,064	0,519	0,822	-0,410	0,794	-0,702	-0,324	-0,722
PunCom0	-0,669	0,651	0,463	-0,327	0,894	-0,732	0,196	-0,749
ImpacCom1	0,208	0,295	0,816	-0,133	0,724	-0,320	-0,376	-0,354
PunCom1	-0,543	0,499	0,184	0,000	0,860	-0,360	0,505	-0,377
DifImpacCom	0,300	-0,553	-0,545	0,532	-0,588	0,824	0,163	0,824
DifPunCom	0,388	-0,436	-0,628	0,688	-0,270	0,864	0,533	0,869
DifPorcImpac	0,283	-0,499	-0,500	0,510	-0,618	0,768	0,083	0,771
DifPorcPunCc	0,418	-0,472	-0,639	0,641	-0,285	0,853	0,534	0,860

*DifPorcPunPre ImpacCom0 PunCom0 ImpacCom1 PunCom1 DifImpacCom DifPunCom fPorcImpacCoifPorcPunCon*

1								
-0,288	1							
0,190	0,704	1						
-0,311	0,813	0,473	1					
0,523	0,483	0,880	0,451	1				
0,167	-0,833	-0,682	-0,356	-0,348	1			
0,579	-0,575	-0,456	-0,149	0,023	0,782	1		
0,080	-0,843	-0,702	-0,383	-0,408	0,991	0,712	1	
0,577	-0,602	-0,485	-0,176	-0,012	0,799	0,996	0,733	1

### Anexo 3. Formato de encuesta simulador VICTRIX y respuestas.

**1-Indique su escala:**

- a) Tropa
- b) Suboficial
- c) Oficial

**2- Indique su antigüedad en el ejército:**

- a) Menos de 5 años
- b) Entre 5 y 10 años
- c) Entre 10 y 15 años
- d) Más de 15 años

**3- ¿Sabe de la existencia del simulador de tiro en sala Victrix?**

- a) Si
- b) No

**4- ¿Lo ha utilizado alguna vez como tirador?**

- a) Si
- b) No

**5- En caso de que la respuesta anterior sea “Si”, ¿Cuántas veces ha utilizado el simulador aproximadamente en su vida militar?**

- a) Menos de 5 sesiones
- b) Entre 5 y 10 sesiones
- c) Entre 10 y 5 sesiones
- d) Más de 15 sesiones

**6- ¿Ha recibido algún tipo de información sobre el VICTRIX en charlas o cursos?**

- a) Si
- b) No

**7- ¿Ha usado el simulador de tiro Victrix como instructor?**

- a) Sí
- b) No

**8- Estando destinado en el 2º Tercio Duque de Alba, ¿con qué frecuencia aproximadamente ha realizado sesiones en el simulador?**

- a) 1 vez a la semana
- b) 1 vez cada 2/3 semanas
- c) 1 vez al mes
- d) No he ido nunca estando destinado en esta unidad

**9- Si ha estado destinado en otra unidad, ¿con qué frecuencia realizaba sesiones en el simulador?**

- a) 1 vez a la semana
- b) 1 vez cada 2/3 semanas
- c) 1 vez al mes
- d) Nunca

**10- ¿Considera útil este simulador para ejercicios de precisión?**

- a) Si
- b) No

**11- ¿Considera útil este simulador para ejercicios de combate?**

- a) Si
- b) No

**12- ¿Considera útil este simulador para ejercicios de tiro instintivo?**

- a) Si
- b) No

**13- ¿Considera útil este simulador para ejercicios tácticos a nivel pelotón?**

- a) Si
- b) No

**14- ¿Considera útil este simulador para ejercicios tácticos a nivel escuadra?**

- a) Si
- b) No

**15- ¿Considera útil este simulador para ejercicios tácticos a nivel binomio?**

- a) Si
- b) No

**16- ¿Qué capacidad de tiro de las que ofrece el simulador ve más eficiente?**

- a) Tiro de precisión
- b) Tiro de combate
- c) Tiro instintivo
- d) Ejercicios tácticos

**17- ¿Qué capacidad de tiro de las que ofrece el simulador ve menos eficiente?**

- a) Tiro de precisión
- b) Tiro de combate
- c) Tiro instintivo
- d) Ejercicios tácticos

**18- ¿A qué distancia ve más eficaz el simulador?**

- a) 50m o menos
- b) Entre 50 y 100 metros
- c) Entre 100 y 200 metros
- d) Más de 200 metros

**19- ¿Cómo calificaría la precisión del simulador?**

- a) Bastante buena
- b) Buena
- c) Regular
- d) Mala

**20- ¿Qué variable considera más difícil de medir en el simulador?**

- a) Puntuación
- b) Agrupación
- c) Tiempo de respuesta
- d) Ninguna se puede medir con exactitud

**21- ¿Qué posición de tiro es más fácil de entrenar en el simulador?**

- a) En pie
- b) Rodilla en tierra
- c) Tumbado
- d) Todas por igual

**22- ¿Con cuántas sesiones de simulador cree que puede mejorar una persona su nivel de tiro de precisión?**

- a) De 1 a 3 sesiones
- b) De 3 a 6 sesiones
- c) De 6 a 9 sesiones
- d) Más de 9 sesiones

**23- ¿Con cuántas sesiones de simulador cree que puede mejorar una persona su nivel de tiro de combate?**

- a) De 1 a 3 sesiones
- b) De 3 a 6 sesiones



- c) De 6 a 9 sesiones
- d) Más de 9 sesiones

**24- ¿Con cuántas sesiones de simulador cree que puede mejorar una persona su nivel de tiro instintivo?**

- a) De 1 a 3 sesiones
- b) De 3 a 6 sesiones
- c) De 6 a 9 sesiones
- d) Más de 9 sesiones

**25- ¿Para qué tipo de personal ve más útil este simulador?**

- a) Para los recién incorporados
- b) Para todo tipo de personal
- c) No lo veo útil para nadie

**26- ¿Qué simulador ve más útil para la instrucción de tiro?**

- a) VICTRIX
- b) NOPTEL
- c) NS/NC

## Respuestas:

*Tabla 21. Resultados de encuestas.*

Preguntas	A		B		C		D	
	n	f	n	f	n	f	n	f
1	4	0,267	6	0,400	5	0,333		
2	5	0,333	4	0,267	3	0,200	3	0,200
3	15	1,000	0	0,000				
4	15	1,000	0	0,000				
5	4	0,267	4	0,267	5	0,333	2	0,133
6	6	0,400	9	0,600				
7	8	0,533	7	0,467				
8	1	0,067	0	0,000	10	0,667	4	0,267
9	1	0,067	1	0,067	3	0,200	10	0,667
10	10	0,667	5	0,333				
11	14	0,933	1	0,067				
12	14	0,933	1	0,067				
13	5	0,333	10	0,667				
14	6	0,400	9	0,600				
15	12	0,800	3	0,200				
16	3	0,200	6	0,400	6	0,400	0	0,000
17	7	0,467	0	0,000	1	0,067	7	0,467
18	8	0,533	5	0,333	2	0,133	0	0,000
19	2	0,133	8	0,533	4	0,267	1	0,067
20	2	0,133	7	0,467	4	0,267	2	0,133
21	6	0,400	0	0,000	2	0,133	7	0,467
22	1	0,067	3	0,200	3	0,200	8	0,533
23	2	0,133	2	0,133	3	0,200	8	0,533
24	1	0,067	2	0,133	5	0,333	7	0,467
25	3	0,200	11	0,733	1	0,067		
26	12	0,800	1	0,067	2	0,133		

N: Número de respuestas para dicha opción

F: Frecuencia con la que ha sido respondida

## Resto de contrastes aplicados:

En las siguientes tablas se realizan el resto de los contrastes de bondad ajuste para las preguntas más importantes no analizadas en la memoria. En ellas se obtiene que la encuesta la contestaron por igual (en cuanto al número) oficiales, suboficiales y tropa; no se observa una diferencia entre los que han recibido charlas o cursos y se obtiene que los ejercicios de precisión y los ejercicios tácticos son los menos eficientes.

*Tabla 22. Contrastes de bondad ajuste para las preguntas 1,2,5, 6y 17*

Resultados p.1	Frecuencia	Prob teorica	Frecuencia teorica
a	4	0,33	5
b	6	0,33	5
c	5	0,33	5

Est contraste	0,40
Grados libertad	2
Valor Crítico	5,99

No se rechaza  $H_0$  en la pregunta nº 1

Resultados p.2	Frecuencia	Prob teorica	Frecuencia teorica
a	5	0,25	3,75
b	4	0,25	3,75
c	3	0,25	3,75
d	3	0,25	3,75

Est contraste	0,73
Grados libertad	3
Valor Crítico	7,81

No se rechaza  $H_0$  en la pregunta nº 2

Resultados p.5	Frecuencia	Prob teorica	Frecuencia teorica
a	4	0,25	3,75
b	4	0,25	3,75
c	5	0,25	3,75
d	2	0,25	3,75

Est contraste	1,27
Grados libertad	3
Valor Crítico	7,81

No se rechaza la  $H_0$  en la pregunta nº5

Resultados p.6	Frecuencia	Frecuencia teorica
a)	6	7,5
b)	9	7,5

Est contraste	0,60
Grados libertad	1
Valor Crítico	3,84

No se rechaza la  $H_0$  en la pregunta nº6

Resultados p.17	Frecuencia	Prob teorica	Frecuencia teorica
a	7	0,25	3,75
b	0	0,25	3,75
c	1	0,25	3,75
d	7	0,25	3,75

Est contraste	11,40
Grados libertad	3
Valor Crítico	7,81

Se rechaza la  $H_0$  por lo que se considera menos eficiente el tiro de precisión y los ejercicios tácticos

## Anexo 4. Explicación ejercicios de tiro y tipos de objetivos.

**Ejercicio inicial:** El primer ejercicio consistió en la realización de los ejercicios en los que se quería mejorar. Se dividió en dos bloques, uno de precisión y uno de combate. Cada uno de los bloques estaba formado por tres ejercicios.

*Precisión:* Tres ejercicios, uno tumbado, otra rodilla en tierra y por último en pie. Cada ejercicio contaba con 5 disparos sin límite de tiempo. Blanco con puntuaciones.

*Combate:* Tres ejercicios, uno tumbado, otra rodilla en tierra y por último en pie. Cada ejercicio 5 disparos, desencarando en cada uno y con un límite de tiempo de 20 segundos por cada ejercicio. Blanco de silueta. No se apunta con elementos de puntería, por ello se valora solo los impactos y la puntuación en función de la zona en la que impacta. Con todo el equipo, antifragmentos, casco, guantes, porta cargadores y diversos bolsillos.

**Simulación precisión 1,2,3,7 y 9:** Cada una de estas sesiones consistió en una primera parte de corrección de posturas a la hora de adoptar la posición y agarrar el fusil; y una segunda de varios ejercicios de tiro. Como la finalidad era comprobar cuánto mejoraban en el ejercicio inicial, todos los ejercicios de simulación están enfocados a esos ejercicios. Por ello se repiten las sesiones. Los ejercicios que se realizaron fueron los siguientes:

- 1º A 50 m en tendido para comprobar homegenización del fusil.
- 2º A 100 m en tendido. 5 disparos sin límite de tiempo.
- 3º A 100 m rodilla en tierra. 5 disparos sin límite de tiempo.
- 4º A 100 m en pie. 5 disparos sin límite de tiempo.
- 5º A 150 m en tendido. 5 disparos sin límite de tiempo.
- 6º A 150 m rodilla en tierra. 5 disparos sin límite de tiempo.
- 7º A 150 m en pie. 5 disparos sin límite de tiempo.
- 8º A 175 m en tendido. 5 disparos sin límite de tiempo.
- 9º A 175 m rodilla en tierra. 5 disparos sin límite de tiempo.
- 10º A 175 m en pie. 5 disparos sin límite de tiempo.
- 11º A 100 m rodilla en tierra. 5 disparos sin límite de tiempo.
- 12º A 100 m en pie. 5 disparos sin límite de tiempo.

**Simulación combate 4,5,6,8 y 10:** Cada una de las sesiones consistió en una primera parte en la que se corregía la postura a adoptar en combate y como disparar de forma instintiva sin apuntar. Y, por otro lado, una parte práctica en la que se realizaron los siguientes ejercicios:

- 1º A 100 m en tendido, desencarando en cada disparo, con un límite de 20''
- 2º A 100 m rodilla en tierra, desencarando en cada disparo, con un límite de 20''
- 3º A 100 m en pie, desencarando en cada disparo, con un límite de 20''
- 4º A 150 m en tendido, desencarando en cada disparo, con un límite de 15''
- 5º A 150 m rodilla en tierra, desencarando en cada disparo, con un límite de 15''
- 6º A 150 m en pie, desencarando en cada disparo, con un límite de 15''
- 7º A 50 m en tendido, desencarando en cada disparo, con un límite de 12''
- 8º A 50 m rodilla en tierra, desencarando en cada disparo, con un límite de 12''
- 9º A 50 m en pie, desencarando en cada disparo, con un límite de 12''

10° A 100 m en tendido, desencarando en cada disparo, con un límite de 20''

11° A 100 m rodilla en tierra, desencarando en cada disparo, con un límite de 20''

12° A 100 m en pie, desencarando en cada disparo, con un límite de 20''

**Ejercicio final:** El segundo ejercicio real fue exactamente igual que en el inicial, para comprobar como con las sesiones de simulador mejoraron o no el grupo de trabajo. Se dividió en dos bloques, uno de precisión y uno de combate. Cada uno de los bloques estaba formado por tres ejercicios.

Según el manual MI6-001 del Ejército de tierra, existen los siguientes blancos de puntuaciones y siluetas estandarizados por el Ejército desde 50 a 300 metros.

*Blanco de puntuaciones:* Existen dos modelos, de 0,5 y de 1 metro de diámetro, Figura 7 y 8. Ambos están constituidos por un círculo de color blanco de 5 cm y 10 cm respectivamente, que tiene asignada la puntuación de 10. Concéntrica a este círculo se encuentran tres coronas circulares de 2,5 cm y 5cm de anchura según el blanco, de color negro y que equivalen a 9, 8 y 7 puntos en el blanco de 0,5m; y 9, 8, 7 y 6 puntos en el blanco de 1m. A continuación, se encuentran 6 coronas circulares de 2,5cm y 5cm de anchura respectivamente según tipo de blanco, con valores de 6 puntos la más céntrica hasta 1 punto la más externa en el blanco de 0,5 metros; y, por otro lado, de 5 puntos a 1 punto en el blanco de 1m. En nuestro ejercicio solo se utilizó el blanco de 1 metro.

*Siluetas:* Las siluetas tienen la figura de un hombre con forma rectilínea y simétrica. La primera simula un hombre en pie, la segunda rodilla en tierra y por último la tercera tendido. Son de color negro sobre un papel blanco. En nuestro ejercicio solo se utilizó la silueta del hombre en pie.

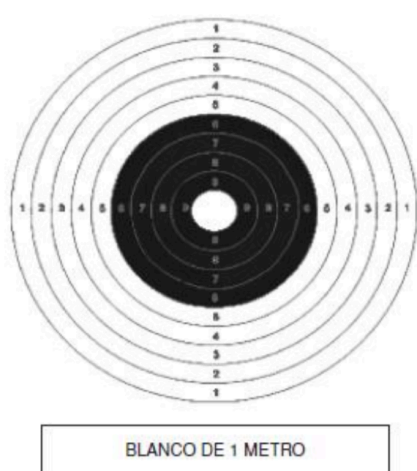


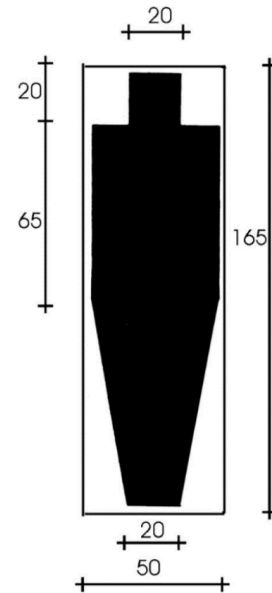
Figura 12. Blanco de 1m de diámetro



Figura 13. Blanco de 0,5m de diámetro



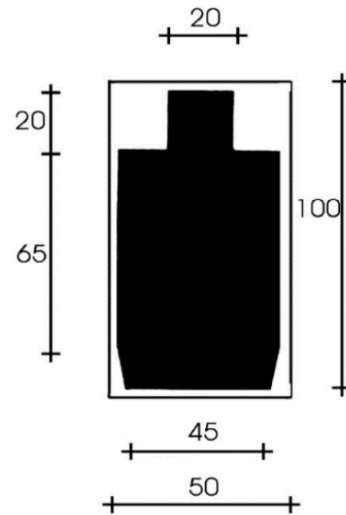
*Figura 14. Silueta de pie.*



*Figura 15. Medidas silueta de pie.*



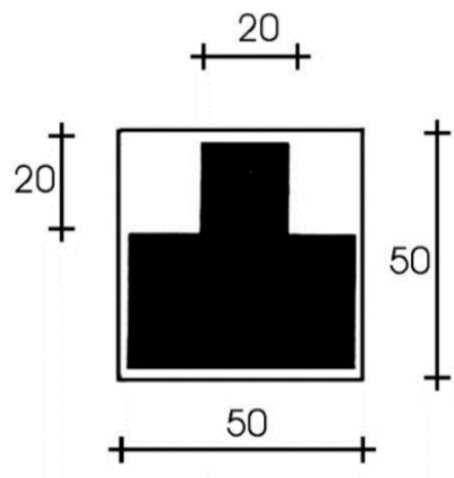
*Figura 16. Silueta rodilla en tierra.*



*Figura 17. Medidas silueta rodilla en tierra.*



*Figura 18. Silueta tendida.*



*Figura 19. Medidas silueta tendida.*

## Anexo 5. Fotos realizadas durante la estancia en la unidad.

En este Anexo se incluyen ciertas fotos del lugar donde se llevaron a cabo las sesiones de simulador y los ejercicios de fuego real.







